

**ACTAS DE LAS
II JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
DE BACHILLERATO INTERNACIONAL**

IES ROSA CHACEL DE COLMENAR VIEJO

CELEBRADAS EN OCTUBRE DE 2016

BIBLIOTECA DE RECURSOS PARA BACHILLERATO INTERNACIONAL

IES ROSA CHACEL

COLMENAR VIEJO

Copyright © IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo
C/ Huertas, 68 – 28770 Colmenar Viejo – Tel. 918 46 48 01
Impreso en España

Título: Actas de las II Jornadas de Investigación de Bachillerato
Internacional

Autores: Aparicio Arévalo, Juan Miguel - Fariñas Lucas, Irene del Mar - Gallego Chávarri, Elena - Olalde Hightower, Nicolás - Rojo García, Rodrigo - Saiz Bautista, Estefanía - Sánchez-Hermosilla García, Raquel - Suela Alonso, Gonzalo - Vega Cabello, Carolina - Barber Murga, Santiago - Camarero Hoyos, Claudia - Colmenarejo Quintana, Jorge - Fernández Tejedor, Cristina - Fernández de los Muros Fernández, Sara - González Rollán, María - Gonzalo de la Banda, Paloma - Rodríguez Montalvo, Julia - Sánchez Ehrich, Alberto - Urban Abengozar, Carlos - Verdejo Lahoz, Marina (Autor)

ISBN: 978-84-617-6884-4

Sumario

Monografías

Juan Miguel Aparicio. ¿Puede considerarse el Árbol ralo de Kev como un fractal?.....	1
Irene Fariñas. ¿Respondían las propuestas de la ILE al contexto sociopolítico?.....	19
Elena Gallego. ¿Hay fondo herético en las pinturas de San Juanito de Rafael Sanzio?.....	46
Nicolás Olalde. El crecimiento de <i>Phaseolus vulgaris</i> según métodos de cultivo.....	63
Rodrigo Rojo. Eficacia de la enzima invertasa en función del pH.....	95
Estefanía Saiz. Paralelismos entre letras del rock del siglo XX y el flamenco.....	110
Raquel Sánchez-Hermosilla. Víctimas del amor.....	125
Gonzalo Suela. ¿Son apreciables los daños cognitivos en boxeadores?.....	135
Carolina Vega. La revolución de la luz.....	163

Trabajos de investigación

Santiago Barber. Crecimiento de levaduras en medios suplementados con glúcidos.....	188
Claudia Camarero. Disminución de la vitamina C tras sucesivas descongelaciones.....	201
Jorge Colmenarejo. ¿Con qué huevos me quedo? Ecológicos frente a convencionales.....	216
Cristina Fernández. Velocidad de ascensión de pigmentos según el disolvente empleado.....	231
Sara Fernández de los Muros. La caída del zarismo y las decisiones de Nicolás II.....	247
María González. La posición del episcopado español en la Guerra Civil.....	255
Paloma Gonzalo. Sistema educativo de la II República al régimen franquista.....	267
Julia Rodríguez. ¿Percibe olores <i>Canis familiaris</i> a más distancia que <i>Homo sapiens</i> ?.....	279
Alberto Sánchez Ehrich. La Elección Imperial tras la muerte de Maximiliano I.....	289
Carlos Urban Abengozar. Papel del proletariado en el alzamiento de Mao Zedong.....	297
Marina Verdejo Lahoz. Utilización propagandística de la evacuación de niños a la URSS.....	305

Prólogo

Las páginas que siguen contienen una decena de trabajos de investigación realizados por alumnos de Bachillerato Internacional (BI) en el IES Rosa Chacel, entre los años 2014 y 2015.

La curiosidad científica, las estrategias de indagación y el inicio en el método científico son las bases del modelo pedagógico del BI; la investigación es el método de aprendizaje que se pone en práctica en las clases, en los laboratorios, en la biblioteca y durante las horas de trabajo y estudio personal de cada alumno.

De los veinte trabajos presentados, once corresponden al tipo investigación interna de las asignaturas de Historia: y Biología, un tipo de trabajo de investigación que, con diferentes variantes, los alumnos realizan en todas las asignaturas. Los nueve restantes son monografías, es decir, la investigación personal que cada alumno planifica e implementa como aportación a su programa de BI; tarea en la que el autor propone un problema o una cuestión de investigación y cuya resolución se concreta en un informe o ensayo final que no puede superar las 4.000 palabras.

Queremos reconocer el esfuerzo de todos los alumnos que nos presentan sus trabajos y valorar la calidad de los mismos; sin su entrega y entusiasmo no existiría la presente publicación. Del mismo modo agradecemos a los profesores, pieza imprescindible en estos trabajos, su buen hacer y dedicación.

Con la publicación de las Actas de las II Jornadas de investigación de Bachillerato Internacional queremos continuar la formación de una biblioteca de recursos para el Bachillerato Internacional en el IES Rosa Chacel.

Agradeceremos a los lectores cualquier observación, crítica o sugerencia que desee plantearnos.

*Felipe Perucho y Joaquín Herrero
Coordinadores de las I Jornadas de investigación BI*

¿Puede considerarse el sistema Lindenmayer denominado Árbol ralo de Kev como un fractal?

Juan Miguel Aparicio Arévalo



Resumen

El objetivo de esta investigación va a ser tratar de discernir si el sistema-L (entendido como un lenguaje, formado por un conjunto de reglas y símbolos, que al ser combinados y utilizados de la manera apropiada permiten modelar el proceso de crecimiento de plantas) llamado "árbol ralo de Kev" puede llegar a ser considerado un fractal a través de su comparativa con un fractal propiamente dicho como sería el triángulo de Sierpinski y el estudio de cómo se modela su desarrollo.

En primer lugar, se va a hacer una explicación breve sobre qué es un fractal y algunas de sus características más importantes, que se van a reflejar en el triángulo de Sierpinski. A continuación se va a hacer una amplia introducción acerca del origen y características de los sistemas-L, para poder entender así qué es el sistema Lindenmayer y cómo está constituido. Una vez definido teóricamente, se va a llevar a cabo un desarrollo práctico del sistema, para crear el axioma y explicar su primera iteración, pudiendo comprender así cómo funciona el proceso y cómo se va a ir, iteración tras iteración, generando la figura.

Por último, con estas características se van a extraer conclusiones en dos niveles, comparándolo con el triángulo de Sierpinski y estudiando al propio sistema como una figura con forma de fractal, llegando así a la conclusión de que hay características que indican ambas cosas, tanto que es como que no es un fractal, siendo la conclusión final que pertenece a un grupo de fractales que

presentan características muy débiles, y que son conocidos como fractales con autosimilitud estadística.

Introducción

Los fractales, desde el comienzo de los tiempos han despertado curiosidad en el ser humano, siendo objeto de estudio ya en la antigua Grecia. El paso de los siglos no ha hecho más que potenciar ese interés, pues a medida que se descubrían cosas menos se sabía. Llegado un momento, fue imposible separar los fractales de la naturaleza, pues desde una caracola de mar hasta un helecho, su forma es la de un fractal. Esto ha llevado a los matemáticos a querer saber más sobre ellos, mezclándose los fractales con la computación y otras ciencias, como la botánica. Este es el caso de los sistemas Lindenmayer, que tratando de replicar el desarrollo de las plantas, han conseguido llegar a generar fractales que se dan en la naturaleza. Tal y como dice Lindenmayer en su obra La belleza algorítmica de las plantas:

*"The beauty of plants has attracted the attention of mathematicians for centuries. Conspicuous geometric features such as the bilateral symmetry of leaves, the rotational symmetry of flowers, and the helical arrangements of scales in pine cones have been studied most extensively"*¹²

Yo me hallo dentro de este grupo de gente que se ha visto atraída por la cantidad de elementos matemáticos presentes en la naturaleza, como serían las plantas en este caso específico. Durante el curso de la asignatura Matemáticas NS se hicieron referencias varias a los fractales, pero no se llegó a entrar del todo en este aspecto, más allá de un trabajo de evaluación interna pero que debía tener un longitud bastante limitada. Este trabajo me dejó con ganas de conocer más, por lo que con ganas de conocer más sobre este tema llegué a conocer el sistema Lindenmayer.

Estos sistemas-L han alcanzado un nivel de desarrollo tal que ya no se limitan a las plantas, y han comenzado a utilizarse como un nuevo lenguaje matemático. Las características de este lenguaje, tal y como explicaré, lo hacen propicio para la generación de estructuras similares a los fractales. Sin embargo, este método de generación no termina de encajar en ninguno de los determinados; sería más bien una mezcla. Por lo tanto, a pesar de que las estructuras que se puedan llegar a generar parezcan fractales no tienen por qué serlo.

-
- 1 Prusinkiewicz, P. and Lindenmayer, A. (1990). The algorithmic beauty of plants. New York: Springer-Verlag. Página 2.
 - 2 "La belleza de las plantas ha atraído la atención de los matemáticos durante siglos. Las evidentes características geométricas como la simetría bilateral de las hojas, la simetría rotacional de las flores, y la disposición helicoidal de las capas de las piñas han sido estudiados de los más extensamente."

Mi intención era tratar de crear una ley que indicase bajo qué circunstancias podía llegarse a un fractal. Pero se me planteaba un problema, y es que no poseo los conocimientos necesarios de computación ni de matemáticas aplicadas como para poder crear un nuevo teorema que añadir a este campo. Por lo tanto, la pregunta de investigación de esta monografía va a ser: comparando un sistema Lindenmayer con un fractal de muestra, ¿es posible que el sistema Lindenmayer llegue a formar un fractal a través de su lenguaje? Para ello se va a comparar en paralelo el desarrollo de cada una de las estructuras a medida que se aumenta el número de iteraciones, en el caso de los fractales, o cadenas en el caso de los sistema L.

El fractal elegido es el triángulo de Sierpinski y la estructura de sistema L elegida es el "Kev's wispy tree" o "Árbol ralo de Kev".



Imagen 1: Árbol ralo de Kev para 5 repeticiones
Obtenido de: Roast, K. (2014). L-Systems Turtle Graphics Renderer - HTML5 Canvas. [online] Kevs3d.co.uk. Available at: <http://www.kevs3d.co.uk/dev/lsystems/#> [Accessed 12 Nov. 2015].

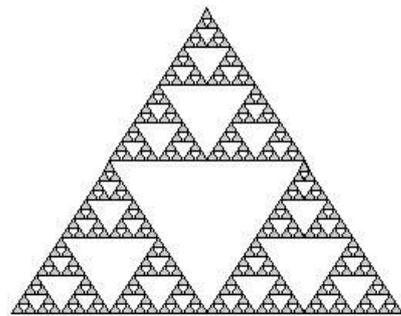


Imagen 2: Triángulo de Sierpinski para 5 iteraciones. Obtenido de: Dmae.upm.es, (2013). Fractales. [online] Available at: <http://www.dmae.upm.es/cursosfractales/capitulo1/3.html> [Accessed 13 Nov. 2015].

Apartado teórico

Fractales

Un fractal es un objeto cuya estructura se repite infinitamente, es decir, que da igual a qué escala se mire, siempre va a seguir el mismo modelo. Esto da lugar a una propiedad bastante curiosa, y es que no se puede afirmar a qué distancia se está del objeto.

Características:

- *Autosimilitud*: Según la definición de Mandelbrot, un objeto es autosemejante o autosimilar cuando las partes y el todo poseen la misma estructura, sin importar la escala. Los fractales presentan tres tipos:
- *Dimensión fractal y dimensión de Hausdorff-Besicovitch*: Los fractales pueden tener forma de curva, de manera que llenan todo el plano y su dimensión topológica que es 1 no nos informa correctamente de cómo

llenar el espacio. Para informar correctamente sobre cómo de densamente ocupa un objeto el espacio que lo contiene usamos estos dos conceptos:

1. *Dimensión fractal*: Está relacionada con el número de bolas necesarias para recubrir el conjunto o con el de cajas de una cuadrícula que contienen parte del conjunto, cuando ambas dimensiones de tienden a cero. Se puede medir la dimensión fractal de objetos de la naturaleza para compararlos con fractales generados por algoritmos matemáticos.

$$D_{Hom} = \frac{\log N(l)}{\log l}$$

Donde:

- $N(l)$ = número de objetos autosimilares necesarios para cubrir el espacio que ocupaba el objeto inicial
 - l = factor de reducción de la forma $1/l$ que se le aplica al objeto inicial en cada dirección espacial
2. *Dimensión de Hausdorff-Besicovitch*³: Es una generalización métrica del concepto de dimensión de un espacio topológico de forma que se pueden definir dimensiones fraccionarias. Básicamente, lo que dice es que a medida que se aumenta el número de iteraciones la cantidad de esferas necesarias para cubrir la figura tendería a infinito, mientras que si disminuyen tiende a 0:

$$\dim_H(F) := \sup\{s : \mathcal{H}^s(F) = \infty\} := \inf\{s : \mathcal{H}^s(F) = 0\}$$

Lo que esta fórmula indica es que si un fractal o sistema cumple esta condición va a existir un número, llamado punto crítico, para el cual esta función va a pasar drásticamente de valer 0 a valer ∞ . Por lo tanto, sin entrar en complejidades matemáticas fuera del nivel requerido, se puede afirmar que si para un fractal se cumple esta función va a tener dimensión de Hausdorff-Besicovitch.

- *Definición por algoritmos recursivos*⁴: Todo fractal puede ser expresado como una consecuencia de la aplicación de unos cambios a un sistema inicial un número infinito de veces.

3 Recibe este nombre debido a que fue descubierta en 1917 por el matemático alemán y padre de la topología Hausdorff, aunque el que obtuvo la mayoría de los resultados teóricos y aportó más al campo de los fractales fue A. S. Besicovitch, con sus teoremas concernientes a esta medida y a la dimensión fractal en general.

4 Un algoritmo recursivo es aquel que expresa la solución en términos de una llamada a sí mismo, conocida como recurrente.

Tal y como menciono en la introducción, el fractal que se va a utilizar para la comparativa va a ser el triángulo de Sierpinski. Este fractal, desarrollado por el matemático polaco Waclaw Sierpinski⁵, se obtiene partiendo de un triángulo equilátero (0). En la primera iteración (1), se recorta el triángulo equilátero invertido que se forma al unir los puntos medios de cada lado. Para la segunda iteración (2), se repite el proceso con cada uno de los tres triángulos equiláteros que han resultado de la primera iteración. Si este proceso se repite un número de veces lo suficientemente alto de veces, se obtiene el triángulo de Sierpinski (3).

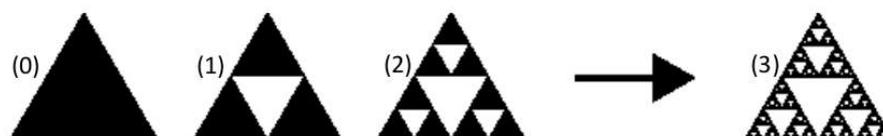


Imagen 3: Proceso de formación del triángulo de sierpinski Obtenido de: Sabia.tic.udc.es, (2012). FRACTALES DE SIERPINSKI -Fractales. [online] Available at: <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Imagenyvideo/fractales/sierpinski.htm>

Definición sistema Lindenmayer o sistema L

El concepto de sistema Lindenmayer fue introducido por Aristid Lindenmayer⁶ en 1968, en su libro Modelos matemáticos para las interacciones de las células en desarrollo⁷, y estudiado más en profundidad por sus discípulos Ben Hesper y Pauline Hogeweg.

En sí mismo, un sistema L es un lenguaje, formado por un conjunto de reglas y símbolos, que al ser combinados y utilizados de la manera apropiada permiten modelar el proceso de crecimiento de plantas y otros organismos vivos de morfología sencilla. El concepto central de estos sistemas es la re-escritura, método que consiste en reemplazar sucesivas partes de un objeto inicial o axioma a través de unas reglas para llegar a definir objetos complejos.

Los sistemas L se pueden definir como paramétricos⁸, definidos en conjuntos en los que se especifica este alfabeto, las reglas que lo rigen, las cons-

-
- 5 Waclaw Sierpinski (Varsovia 1882- Varsovia 1969) fue un matemático polaco que ha realizado importantes aportaciones en campos como la teoría de conjuntos, teoría de números, la topología o la teoría de funciones. Además, hay 3 fractales con su nombre: el triángulo, la alfombra y la curva.
 - 6 Aristid Lindenmayer (Hungría 1925, Huis ter Heide(Holanda) 1989) fue un químico y biólogo, especializado en botánica, creador del primer modelo matemático de generación de estructuras orgánicas, como plantas, a través de algoritmos.
 - 7 Título original: "Mathematical Models for Cellular Interactions in Development".
 - 8 Su comportamiento va a depender de los parámetros que tomemos; en este caso, el alfabeto y las reglas especificadas.

tantes y las "letras" del alfabeto utilizadas. Así, se podría escribir un sistema L como un conjunto de la forma:

$$G = \{V, S, \omega, P\}$$

Donde:

- **V**: Es el alfabeto. Es el conjunto de símbolos que pueden ser reemplazados (variables o símbolos no terminales) y de donde se obtienen los elementos que forman las cadenas. Básicamente, si entendemos los sistemas-L como funciones van a ser las variables de esa función.
- **S**: Elementos que se mantienen inalterados (constantes o símbolos terminales).
- **ω** : El axioma. Cadena formada por símbolos pertenecientes a V que describe el estado inicial del sistema.
- **P**: Reglas de producción. Conjuntos de transformaciones que se aplicaran al axioma y a las cadenas que resulten de este. Definen cómo y por qué (otras variables o constantes) se pueden sustituir las variables iniciales. Esto implica que todas las cadenas que se formen al aplicar P a ω van a seguir perteneciendo al lenguaje definido por V dentro de los sistemas L.

Un dato importante a tener en cuenta es el hecho de que las reglas de producción se tienen que aplicar simultáneamente a todas los símbolos de cada una de las cadenas, independientemente de si esta es una cadena derivada del axioma o el axioma en sí mismo, ya que los seres vivos crecemos a la vez por todas partes. La consecuencia de esto es que el número de veces que se puede derivar un sistema es, en la práctica, limitado, ya que a pesar de que la teoría diga que se puede aplicar la regla de producción infinitas veces, llega un momento en que el sistema es tan complejo que su representación es casi imposible.

Sin embargo, existe un problema: si definimos el símbolo del alfabeto a utilizar, su regla de producción y lo iteramos, obtenemos una nueva cadena. Si definimos una nueva regla de producción que se va aplicar al símbolo del axioma que teníamos en un principio aparece un choque, ya que se podrían aplicar dos reglas a un mismo elemento, lo que llevaría a una complejidad demasiado grande por la cantidad de posibilidades que podrían surgir. Para evitarnos este problema vamos a utilizar un tipo concreto de sistemas, llamados sistemas- D0L⁹, pues son los más sencillos y los que se van a usar para tratarse como fractales. Las condiciones que caracterizan este tipo de sistemas serían:

⁹ D0L significa "Deterministic 0-context L-systems" (Determinista 0-contexto sistemas-L)

- "El lado izquierdo de la regla de producción debe ser un sólo símbolo del alfabeto". Esto significa que cada regla de producción se va a aplicar única y exclusivamente a un elemento del axioma. De esta forma se va a conseguir que al aplicar las reglas de producción a una cadena e iterar repetidas veces, en cada iteración sólo puede dar lugar a otra única cadena, evitándose las complejidades derivadas de aplicar distintas reglas a la misma cadena
- "Un mismo símbolo no puede producir distintas cadenas de lenguaje"¹⁰. Esto significa que para cada uno de los elementos del alfabeto que componen la cadena inicial sólo se puede definir una regla de producción.

Árbol ralo de Kev

El sistema L que se va a utilizar para la comparación va a ser el "árbol ralo de Kev". Para su creación he utilizado un programa en el que al introducir las características propias de los sistemas-L expresadas anteriormente permite obtener el modelo e iterarlo repetidas veces. Así, dividiendo la composición del sistema en las 4 partes indicadas anteriormente, se expresaría de la siguiente forma:

- **V o alfabeto:** F y X. Tal y como explico antes, F y X van a ser los elementos que van a componer el axioma, y que van a venir definidos cada uno por una regla de producción.
- **S o constantes:** en este caso las constantes que van a aparecer van a ser: C0, C1, C2 y C3, pues cada uno va a corresponder a un código de color que va a diferenciar cada parte del desarrollo ; + y -; y [], pues siempre que aparezcan van a indicar una operación que se guarda y luego sigue. Además, a la hora de aplicar las reglas de producción, veremos que hay que establecer el valor del ángulo que va a girar la figura cuando aparezca un + o un -; en este caso ese ángulo van a ser 10°.
- **ω o axioma:** FX. Va a ser la cadena inicial a la que se van a aplicar las reglas de producción por primera vez para generar nuevas cadenas. Se genera aplicando desde 0 las reglas de producción, por lo que una vez explique las reglas de producción voy a explicar cómo se representa eso sobre el papel para llegar a este axioma.

10 Campos Muñoz, D. (2011). Introducción a los sistemas de Lindenmayer: fractales, autómatas celulares y aplicaciones. [online] <http://delta.cs.cinvestav.mx/>. Available at: http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/cellularautomata/Summer_Research_files/Arti_Ver_Inv_2011_DCM.pdf [Accessed 2 Nov. 2015]

- **P o reglas de producción:** Tal y como indican las propiedades anteriormente definidas de los sistemas-D0L, va a existir una única regla para cada símbolo del alfabeto y que va a ser la que le defina, ya que se trata de igualdades en las que el símbolo del axioma aparece en un único lado de la regla. Así, en este caso serían dos reglas:
 - Regla 1: $F=C0FF-[C1-F+F]+[C2+F-F]$
 - Regla 2: $X=C0FF+[C1+F]+[C3-F]$

Estas reglas vienen expresadas en función de ciertos elementos, propios del lenguaje informático en que se han desarrollado, y serían:

F: Mover una unidad hacia delante la línea

+: Doblar la línea hacia la derecha el valor del ángulo

-: Doblar la línea hacia la izquierda el valor del ángulo

[: Guardar lo que precede al corchete

]: Terminar lo que pone dentro del corchete y recuperar lo que le precedía C0,C1,C2,C3= color con el que se han dibujar las líneas que lo suceden. Esta notación se ha utilizado para poder crear una sensación de semejanza entre la figura y un árbol de la realidad, de forma que la correspondencia sería :

- C0: color marrón del tronco
- C1: tono verde intermedio
- C2: color verde más claro
- C3: tono verde más oscuro

Para entender cómo funciona la aplicación de estas reglas de producción, vamos a ver qué ocurre en las primeras iteraciones, empezando por la 0, en la cual se crearía el axioma.

Desarrollo del árbol ralo de Kev

Para poder llevar a cabo todo el desarrollo que sigue he utilizado el programa L- Systems Turtle Graphics Renderer, creado por Kevs 3D11. Este programa permite obtener la figura final si se introducen correctamente las características anteriormente indicadas del sistema; sin embargo, para poder obtener cada parte del desarrollo y entender cómo afectaba cada parte al total he tenido que llevar a cabo un estudio manual. Esto ha supuesto que para poder expresar parte por parte la composición del axioma y de la primera iteración he tenido que llevar a cabo un desarrollo propio, por lo que las conclusiones se van a basar en este desarrollo propio. Asimismo, todas las imágenes que ilustran el desarrollo las he obtenido a través de este programa.

Iteración cero o axioma

El axioma FX del árbol ralo de Kev se corresponde con esta figura:

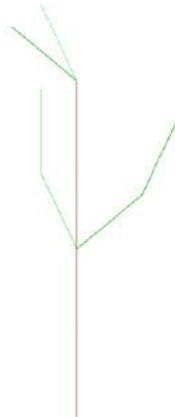


Imagen 4: Axioma FX

Para ver el proceso, vamos a coger las reglas de producción y vamos a aplicarlas a un espacio vacío, viendo lo que sucede con cada signo:

- 1) En primer lugar, vamos a fijarnos en lo que define el axioma: FX. Esto significa que se va a llevar a cabo primero la regla de producción correspondiente a F (regla 1), y una vez se haya desarrollado ésta completamente se pasará a la de X (regla 2)
- 2) Lo primero que nos indica la regla 1 es C0FF. Si repasamos la lista con lo que significan los elementos, veremos que esto significa mover dos unidades hacia delante la línea de color marrón, con lo que quedaría algo así:

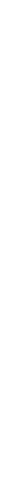


Imagen 5: Desarrollo de C0FF de la regla de producción 1

- 3) En segundo lugar nos encontramos con $-[C1-F+F]$, que nos indica que, en primer lugar hay que girar la línea marrón que teníamos 25 grados a la izquierda. Una vez hecho esto, se realiza todo lo que hay dentro del corchete, que sería girar hacia la izquierda otros 25 grados la línea y mover una unidad hacia delante la línea, para a continuación girar hacia la derecha y avanzar otra unidad. El C1 delante de ambas F nos indica que van a ir en verde claro. Si unimos esto a lo que ya teníamos queda algo tal que:



Imagen 6: Desarrollo de $C0FF-[C1-F+F]$ de la regla de producción 1

- 4) Como último elemento de esta primera regla nos encontramos con $+ [C2+F-F]$. Si uno se fija, es el opuesto del anterior, por lo que, continuando desde donde acaba C0FF, ya que eso indican los corchetes, tal y como se indica en su definición, lo primero que habrá que hacer será girar la figura hacia la derecha desde ese giro hacia la izquierda que ya habíamos hecho, por lo que podría decirse que volvemos a estar como si no hubiésemos girado. Una vez hecho esto, entrando en el corchete, vemos que hay que volver a girar hacia la derecha y avanzar una unidad, para después girar hacia la izquierda y avanzar otra unidad. En este caso el color va a ser el C2, el verde más claro de todos. Así, al terminar con la regla 1 obtendríamos lo que sería F, la mitad del axioma:

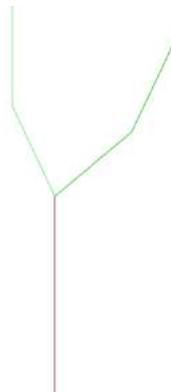


Imagen 7: Desarrollo de $C0FF-[C1-F+F]+[C2+F-F]$ de la regla de producción 1

- 5) Al comenzar con la regla 2 lo primero en lo que nos fijamos es que repite el comienzo de la regla 1: C0FF, que vuelve a significar mover dos unidades hacia delante la línea de color marrón:

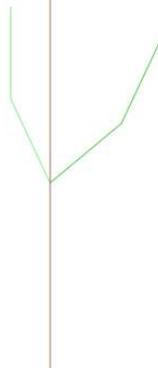


Imagen 8: Desarrollo de la regla de producción 1 y C0FF de la regla de producción 2

- 6) El siguiente paso para la regla de producción 2 va a ser $+[C1+F]$, es decir, girar hacia la derecha antes del corchete y volver a girar dentro del corchete y avanzar una unidad, que será del color verde de tono intermedio:

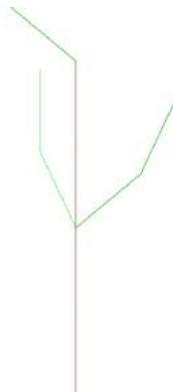


Imagen 9: Desarrollo de la regla de producción 1 y C0FF+[C1+F] de la regla de producción 2

- 7) El último paso de esta regla de producción 2 y que completaría el axioma va a ser $+[C3-F]$, que significa girar una más a la derecha, partiendo del primer giro que se había hecho antes del corchete para luego girar una hacia la izquierda, de forma que queda igual que si se hubiese girado una sola hacia la derecha, y de color verde de tono más oscuro, obteniéndose así la parte X del axioma y completando este:

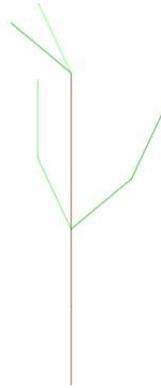


Imagen 10: Desarrollo de la regla de producción 1 y $C0FF+[C1+F]+[C3-F]$ de la regla de producción 2

3.2. Iteración 1

Cuando iteramos por primera vez el axioma, obtenemos la siguiente figura:

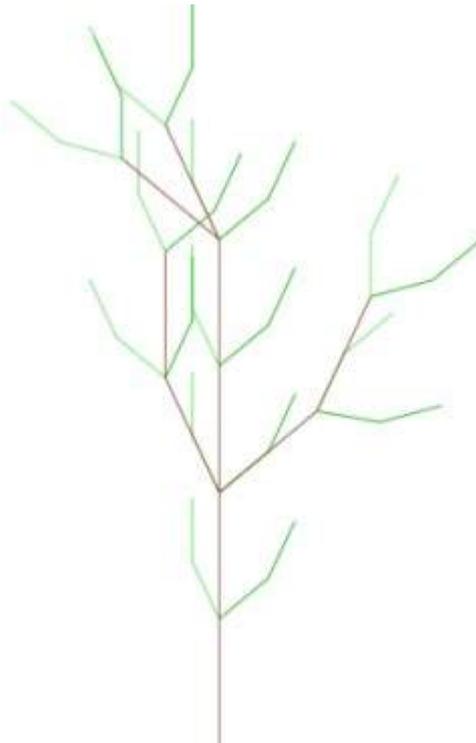


Imagen 11: Iteración 1 del Árbol ralo de Kev

Para ver de dónde sale esta figura, vamos a aplicar las reglas de producción a una de las ramas del axioma como forma de ejemplificarlo, ya que el proceso es para todos el mismo. Este caso resulta más lioso ya que aparentemente se está modificando el axioma, pero con los pasos que veremos a continuación queda demostrado que no.

Juan Miguel Aparicio. ¿Puede considerarse el Árbol ralo de Kev como un fractal?

- 1) En primer lugar, vamos a elegir sobre qué rama aplicar de nuevo las reglas de producción. En este caso voy a elegir dos para ver qué le pasa a una rama que se había generado al aplicar la regla 1 y otra que se había generado al aplicar la regla 2.
- 2) Para la de la regla 1 voy a elegir la siguiente rama, la cual se genera a través de volver a aplicar la regla 1 sobre la parte F del axioma para posteriormente continuar sobre la parte generada a través de $-[C1-F+F]$

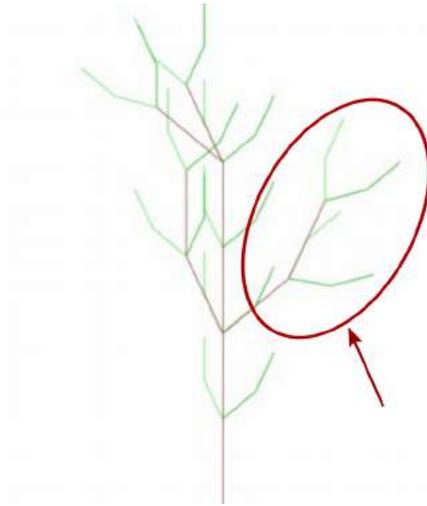


Imagen 12: Determinación de la primera rama seleccionada para el análisis

- Lo primero que hay que hacer para iterar esta rama es aplicar de nuevo la regla de producción 1, por lo que nos quedaría con las correspondientes dos unidades marrones, las dos verdes claro y las dos verdes intermedio, tal y como se explica en el punto 4 de la iteración 0. Una vez aplicada esta regla habría que aplicar la regla 2, pero como esta regla acabó en el eje vertical, es decir, sin giro hacia ninguna de las ramas, no se puede aplicar para esta rama, por lo que, dado que hay que aplicar dos reglas de producción, se va a volver a aplicar la regla 1. Si se tiene en cuenta que lo que precede al corchete es un +, esto significa que cuando se vuelva a aplicar la regla 1, se hará girada. Por lo tanto, al volver a aplicar la regla 1 con esto en mente quedaría la siguiente rama, correspondiente a la segunda iteración.

Juan Miguel Aparicio. ¿Puede considerarse el Árbol ralo de Kev como un fractal?

arriba y se mueve una con un giro doble a la derecha y otra con un único giro, igual que en los pasos 6 y 7 de la iteración 0. Al igual que antes, como hay que aplicar dos reglas, se aplica la regla 1 sobre cada una de estas dos ramas que se han formado, obteniéndose como rama final esta:



Imagen 15: Ampliación de la segunda rama seleccionada para el análisis

3.3. Iteración enésima

Si llevamos a cabo el proceso que he mostrado un número lo suficientemente elevado de veces, iterando y aplicando las reglas de producción a cada rama de la forma correspondiente, llegaríamos a la figura final del árbol ralo de Kevs:

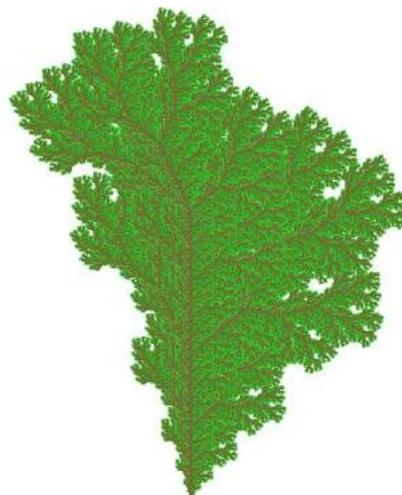


Imagen 16: Iteración 8 del Árbol ralo de Kev

4. Conclusiones

En base al desarrollo del sistema-L conocido como Árbol ralo de Kev y la explicación e interpretación de su desarrollo, podemos dividir las conclusiones en dos apartados:

1) Comparándolo con el triángulo de Sierpinski:

- Tanto para el fractal como para el sistema-L el proceso de creación es el mismo: en ambos se parte de una imagen inicial o axioma, el cual, al aplicarle la regla de producción correspondiente va a ir adquiriendo la forma que le corresponde. Además, ambos presentan autosimilitud exacta, ya que en este proceso de creación el axioma se mantiene igual a lo largo de las diferentes iteraciones, por lo que el fractal o sistema final no va a ser más que una combinación de axiomas o imágenes iniciales.
- A continuación aparece la dimensión de Hausdorff-Besicovitch. Esta dimensión es una característica propia y exclusiva de los fractales. Si volvemos a leer las características que definen cuando un sistema va a poseer esta dimensión (que al aumentar el número iteraciones el número de círculos necesarios para aumentar la figura aumenta, y viceversa), veremos que el Árbol ralo de Kev cumple estas condiciones; por lo tanto, se puede afirmar que va a poseer una dimensión de Hausdorff-Besicovitch. Sin embargo, a pesar de que se puede afirmar que existe, este número no puede ser calculado, ya que el desarrollo de la teoría de conjuntos que requiere presenta un nivel de dificultad demasiado alto para este nivel.

2) Estudiándolo como una figura independiente:

- Una de las características fundamentales de los fractales es que han de ser idénticos a escala macroscópica y a escala microscópica; sin embargo, al llevar a cabo el desarrollo de este sistema-L es fácilmente observable que no es igual en la primera iteración y en la octava. Esto no supone una contradicción con lo dicho anteriormente de que está compuesto de axiomas, lo que ocurre es que como aparecen ángulos y giros se acaban superponiendo estos axiomas para dar otras figuras.
- Otra de las características principales de los fractales es que se pueden expresar como una consecuencia de un número infinito de iteraciones; sin embargo, tal y como hemos visto al hablar de los sistemas-DOL, éstos no permiten un número infinito de aplica-

ciones de las reglas de producción, pues estos solapamientos de axiomas hacen la estructura demasiado compleja.

En base a esto, no se puede dar una respuesta única y rotunda a si el Árbol ralo de Kev es un fractal o no, pues presenta ciertas características únicas de los fractales mientras que pierde otras igual o más fundamentales. Por lo tanto, podría ser ubicado en el grupo de fractales conocido como de similitud estadística, pues su simetría proviene únicamente de que la regla que se les aplica permanece constante.

5. Bibliografía

- Campos Muñoz, D. (2011). INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE LINDENMAYER: fractales, autómatas celulares y aplicaciones. [online] Available at: http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/cellularautomata/Summer_Research_files/Art_i_Ver_Inv_2011_DCM.pdf [Accessed 5 Nov. 2015].
- FRACTALES DE SIERPINSKI -Fractales. (2010). [online] Sabia.tic.udc.es. Available at: <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Imagenyvideo/fractales/sierpinski.htm> [Accessed 18 Nov. 2015].
- Fractales. (2013). [online] Dmae.upm.es. Available at: <http://www.dmae.upm.es/cursofractales/capitulo1/3.html> [Accessed 1 Nov. 2015].
- Lindenmayer, A. (1967). mathematical models for cellular interactions in development. 4th ed. Nueva York: Queens College, pp.2-3.
- Prusinkiewicz, P. and Lindenmayer, A. (1990). The algorithmic beauty of plants. New York: Springer-Verlag.
- Roast, K. (2016). L-Systems Turtle Graphics Renderer - HTML5 Canvas. [online] Kevs3d.co.uk. Available at: <http://www.kevs3d.co.uk/dev/lsystems/> [Accessed 3 Nov. 2015].

¿En qué medida el alcance de las propuestas pedagógicas de la Institución Libre de Enseñanza (ILE) respondían a la situación política, social y económica del momento?

Irene del Mar Fariñas Lucas



Resumen

La pregunta de investigación es: ¿en qué medida el alcance de las propuestas pedagógicas de la Institución Libre de Enseñanza (ILE) respondían a la situación política, social y económica del momento?

Para responder a esta pregunta deberemos comprender la renovación pedagógica española, que comenzó con la primera Cuestión Universitaria en 1865 y produjo la creación de centros como la Escuela Moderna o la ILE. Este centro se fundó en 1875 como resultado de los problemas sociales, políticos y económicos del contexto, que vamos a desentrañar para explicar la propuesta pedagógica de la Institución.

Comenzaremos con los problemas políticos desde 1865 hasta 1875 que desembocaron en las cuestiones universitarias y en la creación de la ILE. También definiremos el contexto social y económico y compararemos su sistema pedagógico — que encontraremos en el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza (BILE) y en numerosas fuentes historiográficas — con la ley de instrucción pública: la Ley Moyano del 9 de septiembre de 1857.

En conclusión, las restricciones en la libertad de cátedra, la economía arcaica del régimen español — con una industria tan débil que no permitió mejorar las condiciones de vida de la clase baja — las bajas tasas de escolarización y el alto número de analfabetos, originó una crisis de tal magnitud que no

fue viable renegociar una tregua entre los profesores y el Estado: la fractura se produjo definitivamente forjando un centro que permanecería hasta su desmantelamiento en 1936. Precisamente por la situación desastrosa en la que se encontraron, buscaron crear hombres con una nueva moral. Para eso acabaron con exámenes, castigos, la ética ligada a la religión o la inactividad física.

2. Introducción

Francisco Giner de los Ríos, Manuel Bartolomé Cossío, Gumersindo de Azcarate o Nicolás Salmerón entre otros, crearon en 1875 la ILE con el propósito de fundar un organismo, corporación y fundación por y para la ciencia y la libertad de cátedra. Sentaron sus bases sobre una ideología que buscaba el avance intelectual de los estudiantes y la regeneración de una sociedad corrupta por una república fallida, años de corrupción política y valores erróneos, en parte derivados de la falta de industrialización, que habría mejorado la calidad de vida y favorecido la escolarización, y en parte por el consenso que existía en cuanto al elitismo que implicaba la educación.

Como huían de dogmatismos, subsanaron el vacío espiritual que había dejado la ruptura de los intelectuales con el catolicismo recuperando el krausismo, una filosofía que planteaba la búsqueda de conocimiento como modelo pedagógico y la separación de los dogmas políticos o religiosos de la educación.

Esta separación de poderes fueron el origen de muchos debates en el gobierno de la Restauración tras la Primera República, ya que se daba por hecho la subordinación de la educación a las directrices que diese el Estado o a la Iglesia. Algunos ejemplos son el Concordato de 1851 o la Circular del Ministro de Fomento de 1875 que reforzaron los grilletes de los profesores respecto a la libertad de cátedra. Estos, conscientes de su papel renovador en las nuevas generaciones españolas, se independizaron del dogmatismo que insuflaba la Iglesia o el Estado creando la educación privada.

He elegido este tema de investigación porque uno de los ex-alumnos del centro, Jose Manuel Ontañón Sánchez, me permitió hacerle una entrevista personal y me enseñó a ver que la ILE es la esencia de la educación actual, porque influenció a una gran parte del panorama educativo europeo hasta nuestros días. Sin ellos ahora no tendríamos una pedagogía activa con la LOGSE y sus actividades derivadas: colonias de verano, escuelas laicas o centros de innovación pedagógica basados en la ILE.

3. Cuerpo

3.1 Las cuestiones universitarias

El movimiento pedagógico comenzó con la Primera Cuestión Universitaria en 1865. Emilio Castelar, profesor de la Universidad de Madrid, atacó en el periódico “La democracia” a la Reina Isabel II¹¹ y a Narváez, que exigieron su expulsión al rector Pérez Montalbán. Ante su negativa, él también fue destituido. En abril se produjo un gran levantamiento universitario con concentraciones en la Puerta del Sol que terminó con diez muertos, cientos de heridos, la suspensión de empleo y sueldo de Castelar y la prisión para tres profesores más.

En 1868 la Gloriosa desembocó en el Sexenio Revolucionario y en la Primera República en 1873. Esta aprobó una reforma educativa en manos de los profesores según el Decreto del 2 de Octubre de 1868: “conocen las necesidades intelectuales mejor que el Estado, y tienen, por lo menos, tanto derecho como él para fundar y sostener con sus fondos establecimientos públicos de enseñanza.”¹² Pero no pudieron levantar la base del sistema educativo debido al insuficiente número de escuelas y profesores de bajo nivel docente.¹³ Unido a las disensiones ideológicas, desembocó en el golpe de Estado de Martínez Campos que restableció la monarquía en 1875

De nuevo el cambio de gobierno instauró una nueva legislación educativa. Orovio una circular a los rectores, imponiendo la religión en las aulas al reafirmarse la confesionalidad del Estado, les pidió que abriesen un expediente a aquellos profesores que impartiesen clases con dogmatismos perniciosos, o que defendiesen pacíficamente otra ideología política. Estas directrices acabaron indirectamente con las academias de profesores, asociaciones de alumnos, conferencias de la Universidad y clases para obreros y originó la Segunda Cuestión Univeristaria, que explicaremos relacionándola con la ILE.

El resultado de la inestabilidad política, el escepticismo hacia la Dinastía Borbónica, las restricción de la libertad de cátedra y la idea preconcebida de

-
- 11 En él ironiza la generosidad de la Reina Isabel II, que vendió algunos bienes que se consideraron en los medios como propios, cuando en realidad eran Patrimonio Nacional, para aportar un 75% al déficit de Estado, quedándose ella con el otro 25%. Castelar, E. “El rasgo” del periódico *La Democracia*. Publicado en febrero de 1865. Disponible en Gestión de la memoria. ¿Contar lo que pasó o describir lo que pasaba?: <http://gestindelamemoria-felix.blogspot.com.es/2012/01/el-rasgo-de-emilio-castelar.html> [Última visita: 05/01/2016]
- 12 Núñez Ruiz. G. “Los institutos libres durante la primera república, una experiencia educativa frustrada” del Boletín del Instituto de Estudios Almerienses. P. 137. Disponible en: dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2162261.pdf dialnet.unirioja.es/descarga/2162261 [Última consulta: 23/09/2015]
- 13 Capitán Díaz, A.(1873) La educación en la primera república española. Valencia: NAU Llibres, p. 149.

que un cambio de gobierno debía reformar la legislación educativa, fueron causas a largo plazo de creación de la ILE.

3.2 Situación económica

Había un reparto muy poco equitativo de la riqueza, con una mayoría pobre y una minoría opulenta: los caciques, que controlaba la maquinaria política y administrativa de forma arcaica. Esto posibilitó unas condiciones higiénicas pésimas, una baja productividad agrícola y unos transportes poco eficaces. Como única salida al círculo vicioso de la pobreza se incrementó la emigración hacia otros lugares como el norte de África y América.

En segundo lugar, la pérdida de las colonias acabó con los beneficios coloniales, rompió con el comercio en Hispanoamérica y acrecentó las deudas para sufragar los gastos de las campañas, afectando directamente a la industrialización, salvo en el País Vasco y en Cataluña.

Finalmente, las medidas para llevar a cabo la modernización agraria (la base de toda la economía española) se retrasaron a causa de la protección arancelaria sobre ciertos productos por la competencia rusa y americana. Impidió un trasvase de productos de sembrado que habrían dado un mejor resultado en las condiciones climatológicas españolas. Esto hubiera llevado consigo una redistribución de recursos hacia productos y técnicas más productivas y competitivas.

3.3 Situación social

Por una parte la aristocracia se fortaleció a nivel adquisitivo y político y la burguesía se estableció a su lado por falta de iniciativa. El clero desapareció como clase social, porque el desequilibrio político entre la clase liberal y conservadora trajo consecuencias para la Iglesia, como la pérdida de bienes en unas desamortizaciones que no fueron efectivas.

Los campesinos volvieron a los grandes latifundios en vez de arrendar pequeñas propiedades. Vivían en el límite de la subsistencia y expuestos a un trabajo muy duro, paro estacional y a la dependencia absoluta de los propietarios. También se desarrollaron formas de protesta derivados de las crisis de subsistencia en 1789, 1793, 1804-1805 y 1810-1812.¹⁴

Los bajos niveles de renta del mundo rural explican la emigración hacia la ciudad, en donde se encontraron con las mismas condiciones, originando el movimiento obrero.¹⁵

14 Servicio de Estudios del Banco de España (1970). Ensayos sobre la Economía española a mediados del siglo XIX. Madrid, p. 235.

15 Gómez, Valle, D. "Economía y sociedad en la España del siglo XIX" en Historia de España, disponible en: <https://sites.google.com/site/historiadeespaa/selectividad/cuestiones/economia-y->

La posición de la mujer cambia significativamente en los centros industriales, donde, en muchos casos, acaban sosteniendo la economía familiar gracias a los puestos en fábricas. Esto favoreció la ruptura progresiva del régimen familiar patriarcalista.¹⁶

3.4 Comienzo de la Institución Libre de Enseñanza

Las medidas educativas que se dieron para equilibrar la balanza entre España y Europa constituían un cambio muy poco profundo para una estructura educativa inexistente hasta 1844, poco organizada y con un programa de estudios básico para un plan tan ambicioso. En respuesta a una legislación que profundizaba en los conocimientos más que en un método pedagógico, surgió la Institución Libre de Enseñanza.

Tras el Decreto del Marqués de Orovio los profesores que fundarían la ILE elevaron sus protestas, porque dicho decreto se oponía a la Constitución vigente de 1869. Muchos como Gonzales de Linares fueron expulsados de sus cátedras y encarcelados, otros como Emilio Castelar dimitieron y Francisco Giner de los Ríos fue deportado de la capital.

La prensa internacional amplificó las protestas de los profesores, hasta que la situación llegó a oídos de un cónsul británico que les ofreció la creación de una Universidad libre de Derecho en Gibraltar. Se negaron porque iba en contra de su sentimiento patriótico, pero empezaron a madurar la idea. Y cuando Cánovas del Castillo se vio obligado a aceptar la heterodoxia en la Constitución de 1875¹⁷, empezaron sus planes para construir un centro que respetase la libertad de cátedra.

Así comenzó la Institución Libre de Enseñanza (ILE) que fue “el más coherente y sostenido intento de configurar la vida de este país según los principios de la cultura europea moderna”.¹⁸ Escribieron unos Estatutos que se basaron en el krausismo, modelo filosófico puente de unión con la espiritualidad tras la ruptura de muchos de ellos con el catolicismo. Admite la existencia de un dios sin entrar en cuestiones teológicas, lo describe como un Ser fundido con cada elemento del universo y participe en cada uno de nosotros. Para conocerle se debe estudiar cada ser, en quien se reconocerá una vocación moral que le obligaría a trabajar en la perfección de la sociedad humana. Con ese ob-

sociedad-en-la-espana-del-siglo-xix [Última consulta: 08/01/2016]

16 Nash, M.(1983) *Mujer, familia y trabajo en España (1875-1936)*, Barcelona: Anthropos, p. 348.
Blasco Carrascosa, J. (1980). *Un arquetipo pedagógico pequeño-burgués. Teoría y praxis de la Institución Libre de Enseñanza*. Valencia: F. Torres, pp. 22.

17 *Ibidem* pp. 71-77.

18 Cacho Viu, V.(1962) *La Institución Libre de Enseñanza*. Madrid: Rialp, p. 5.

jetivo el Estado no debe confundirse con la sociedad, que comprende todas las formas de unión y cooperación humanas armonizadas.¹⁹

Esto encaja con un modelo que admita libertad de cátedra, un laicismo con una base espiritual pero no teológica y un afán de conocimientos.

3.5 Diferencias entre la enseñanza pública y la enseñanza en la ILE

3.5.A. Libertad de cátedra

En las escuelas públicas el Gobierno se servía de Inspectores especiales, generales y de Rectores de la universidad para vigilar la instrucción, controlar todos los libros de texto a excepción de la Doctrina cristiana, que le correspondía al Prelado de la diócesis y la Gramática y la Ortografía, a la Real Academia.

Según el Artículo 96 de la Ley Moyano los libros para ejercicios de lectura en la primera enseñanza tenían que estar sometidos al escrutinio de las autoridades eclesiásticas. Y aunque la Iglesia y el Estado eran los únicos que, según la ley, podían inspeccionar lo que se enseñaba, comenzó un proceso de secularización que terminó con el papel de la Iglesia como copartícipe en educación.

En el Decreto de Orovio también encontramos referencias hacia los Rectores o los Inspectores destinados a impedir la libertad de cátedra:

[...] Por ningún concepto tolere que en los establecimientos dependientes de este Rectorado se explique nada que ataque directa ni indirectamente a la Monarquía constitucional ni al régimen político, casi unánimemente proclamado por el país.

[...] Pero si desdichadamente V. S. tuviera noticia de que alguno no reconociera el régimen establecido o explicara contra él, proceda sin ningún género de consideración a la formación del expediente oportuno.²⁰

La ILE mantiene en sus estatutos la intención de favorecer por encima de todo la libertad de cátedra, pero dentro del centro no se le da mayor importancia. Se asume que cada profesor que se encuentra en la ILE, lo hace por esta razón.

19 Posada, A. (1981) *Breve historia del krausismo español*. Oviedo: Universidad, Servicio de Publicaciones, D.L. pp. 38-45

20 Circular del Ministro de Fomento, el Marqués de Orovio, del 26 de febrero de 1875. Disponible en *Legislación y Documentos sobre educación superior*: http://personal.us.es/alporu/legislacion/circular_orovio_1875.htm#texto. Anexo I.

3.5.B. Laicidad

El hecho de que la ILE se describiese como escuela laica no significa que fuese atea ni que estuviese exenta de la espiritualidad que exigían los profesores a sus alumnos. Se podía ver en la enseñanza del decoro personal de hábitos y maneras; la amplitud, elevación y delicadeza del sentir; depuración de los gustos estéticos; tolerancia, alegría, serenidad, conciencia del deber, lealtad y la disposición a vivir como se piensa. Esto era lo único en lo que necesitaban coincidir los profesores para plantear un proyecto de renovación de la educación que formase a una juventud progresista que siguiese sus propios principios morales y éticos. El centro como tal se abstuvo de tomar partido en la lucha política, aunque neutralidad no era sinónimo de indiferencia: los maestros, familias y niños tenía libertad para asociarse y ayudar a su religión, partido o doctrinas profesadas; no se daban clases de religión - de ahí el término “laico”- pero tampoco de contenido político.

Art. 15º. La Institución libre de Enseñanza es completamente ajena a todo espíritu e interés de comunión religiosa, escuela filosófica o partido político; proclamando tan sólo el principio de la libertad e inviolabilidad de la ciencia, y de la consiguiente independencia de su indagación y exposición respecto de cualquiera otra autoridad que la de la propia conciencia del Profesor, único responsable de sus doctrinas.²¹

Los profesores de la ILE no optaron por una escuela atea porque era un movimiento que acababa cayendo en lo presente y en lo material. Pero por la necesidad de libertad de cátedra se vieron obligados a nombrarlo laico, combatiendo así el influjo de sacerdocio católico y evitando sus ideas retrógradas con respecto a algunas prácticas pedagógicas como la coeducación, que tachaban de “contranatura y antihigiénica” argumentando que las mujeres eran intelectualmente inferiores a los hombres y que el niño corriente se podía afeminar.

Como se podía apreciar por el Decreto de Orovio o las exigencias de la Ley Moyano, la Iglesia seguía desempeñando un papel importante en la educación pública, pero con la Restauración se ve obligada a seguir los dictados del Estado, dando de lado ciertos acuerdos anteriores, como el Concordato de

21 Estatutos de la Institución Libre de Enseñanza. Disponible en *Legislación y Documentos sobre educación superior*: http://personal.us.es/alporu/legislacion/estatutos_institucion_libre.htm [Última consulta: 08/02/2016]

1851²², en el que la Iglesia era la que marcaba las pautas de las enseñanzas que querían dar a los niños.

3.5.C. Metodología general

La metodología de los profesores en el sistema público es muy restrictiva porque limita la libertad de cátedra impidiendo debates, investigaciones o exposiciones donde podrían verse influenciados los alumnos, y muy inespecífica porque no explica los métodos que quieren emplear, el resultado era “clases recitales” donde el profesor leía el programa preestablecido y controlaba las clases infundiendo miedo:

También en punto a lo que se refiere al método de la enseñanza y a la disciplina escolástica debo hacer a V. S. algunas observaciones. [...] El Profesor que no explique todo el programa de la asignatura que le está encomendada, o pretenda ampliarlo más allá de lo razonable, perturba el método general de la enseñanza, altera el orden que debe establecerse entre los conocimientos para que se trasmitan con perfecta claridad, y perjudica a los alumnos, pasándoles de unos a otros estudios sin la debida preparación.

[...]Que (ustedes) tiendan a premiar la aplicación y a estimular al orden y al trabajo; que no se toleren bajo ningún concepto las faltas de asistencia a las clases, ni mucho menos las faltas de respeto a los Profesores; y, por último, que se hagan observar dentro de los establecimientos las reglas de moral y buena educación que marcan los reglamentos.²³

Por otra parte el método pedagógico de los profesores de la ILE seguía unas líneas de pensamiento extraditas de los pedagogos Pestalozzi y de Fröebel. No todos los profesores tenían por qué conocerlo cuando entraban en la ILE, pero si que se les exigía ciertas facultades en los Estatutos que les obligaban a tener una mente más abierta:

“Art. 18: En el nombramiento de los Profesores de la Institución se atenderá en primer término a su vocación, a la severidad y probidad de su conducta, y a sus dotes de investigadores y expositores. Todo Profesor podrá ser removido cuando perdiere alguna de estas esenciales condiciones.”²⁴

22 El Concordato de 1851 fue un acuerdo firmado por la Iglesia de Pío IX e Isabel II, en el que la Iglesia recuperaba los privilegios que habían perdido durante el Trienio Liberal. Sobre todo en los tres primeros artículos ceden la autoridad del gobierno sobre la educación a las autoridades eclesiásticas. Correa-Ballester, J. “El Concordato de 1851”. Disponible en Historia del Derecho: <http://www.uv.es/correa/troncal/concordato1851> [Última consulta: 05/02/2016]

23 Circular del Ministro de Fomento, el Marqués de Orovio, del 26 de febrero de 1875. Disponible en Legislación y Documentos sobre educación superior: http://personal.us.es/alporu/legislacion/circular_orovio_1875.htm#texto. [Última consulta: 02/01/2016]

24 Estatutos de la Institución Libre de Enseñanza. Disponible en Legislación y Documentos sobre

Se trataba del método intuitivo, con libros no de texto como fuente de conocimiento; tampoco participaban en la idea de emplear la memorística, pues petrificaba el espíritu y mecanizaba el trabajo en clase. El profesor en el aula debía ser un mero guía del alumno, con la función de excitar el pensamiento y la curiosidad del niño, animar a ver los diferentes puntos de vista y a cultivar la mente con conocimiento crítico, el alma con espíritu moral y el cuerpo con actividades que lo hiciesen más sano. El resultado eran “clases-conversación” de carácter familiar e informal entre maestros y alumnos con realidades en vez de abstracciones, objetos en vez de palabras y diálogo socrático.²⁵

a) Enseñanzas morales

En un fragmento del Decreto de Orovio avisa de las directrices que se deben seguir con respecto a la educación moral de los alumnos: “se hagan observar dentro de los establecimientos las reglas de moral y buena educación que marcan los reglamentos”²⁶. Los reglamentos son de carácter religioso por las directrices del Artículo 11 de la Ley de Instrucción Pública de 1857, donde especifica que la doctrina y moral cristiana queda en las manos de los párrocos de las escuelas elementales.

Aparte de las escrituras sagradas, nos encontramos con varios libros de texto, como *El amigo de los niños*, escrito por el Abate Sabattier y traducido por Juan Escoiquiz, camarilla de Fernando VII, que recoge algunas enseñanzas en forma de fábulas como la siguiente:

Ved, jóvenes, lo que hacen los maestros,
que cuidan de educaros santamente:
si alguna vez, cual labradores diestros,
al parecer os tratan duramente,
sabed, si teneis juicio,
Que es solo por haceros beneficio.²⁷

educación superior: http://personal.us.es/alporu/legislacion/estatutos_institucion_libre.htm
[Última consulta: 08/02/2016]

25 Martínez-Salanova, E. Francisco Giner de los Ríos y los pedagogos de la Institución Libre de Enseñanza. Los principios pedagógicos de la Institución Libre de Enseñanza. Recogido de :http://www.uhu.es/cine.educacion/figuraspedagogia/0_ginerdelosrios.htm [Última consulta: 08/10/2015]

26 Referido al Anexo I.

27 Sabattier, Abate.(1821) *El amigo de los niños*. Fábula IV: el ratón y el gato. Edición de Juan Escoiquiz. Madrid: Imprenta de D. Antonio Martinez, p. 67. Recogido en: <https://books.google.es/books?id=60pf188TNIsC&printsec=frontcover&dq=El+amigo+de+los+ni%C3%B1os&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjDntuRlarKAhUDVRQKHjYDjDmCQ6AEIHAA#v=onepage&q&f=false> [Última consulta: 03/01/2016]

Como veremos más adelante, ese trato duro consistía en vejaciones físicas y humillaciones frente a los compañeros.

Las enseñanzas morales de la ILE lo enfocaban a la inversa: huían de la violencia y de los dogmatismos morales impuestos por la religión católica. Promovían la educación moral mediante el ejemplo del maestro: la dignidad de su conducta, de su lenguaje, su respeto a la justicia y su cariño sincero a los niños. El clero lo tachó de foco de impiedad e inmoralidad, cuando lo que querían encontrar era un método sin sermones y catecismos inútiles en niños de 6 a 12 años y separar el término “moral” de “religión confesional” y “educación moral” de “educación religiosa”:

La religión envuelve actos de devoción y sacrificio de un carácter ceremonial, y la moralidad se refiere a la conducta para con los demás y con nosotros mismos [...]: estrictamente los deberes morales son de hombre a hombre, tienen un carácter finito; mientras que el deber religioso - la salvación de las almas - oscurece las relaciones del hombre con la sociedad.²⁸

Y aunque el krausismo aceptase la existencia de Dios y lo extendiese a todas las cosas y las personas desde un punto de vista más espiritual, no evitó las críticas de intelectuales conservadores como Menéndez Pelayo, que no concebía la moralidad fuera de la religión.²⁹

b) Respecto al uso de la memoria

En general las directrices dadas por el Estado para el estudio no inciden en este aspecto de la enseñanza, dan por hecho que al repetirse los conocimientos y realizar los exámenes pertinentes, estos quedarán grabados en la mente del alumno. Como mucho tenemos alguna referencia en el libro de Juan de Escoiriquiz, que dice respecto a la memoria:

No basta adquirir conocimientos si no se conservan en la memoria; y para retenerlos en ella mucho tiempo son necesarias dos cosas, la primera es estudiarlos con atención, porque queda tanto más bien impresos, cuanto más cuidados se han puesto en ellos; la segunda es repetirlos con frecuencia, porque si no se desvanecen en breve, y solo queda el disgusto de haberlos aprendido inútilmente.³⁰

28 Jiménez-Landis Martínez, A. La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente. Vol III. Madrid: Editorial Complutense S.A., p. 157.

29 Posada, A.(1981) Breve historia... Op. Cit. Pp. 68-69.

30 Escoiriquiz, Juan.(1821) Tratado de las obligaciones del hombre. Barcelona: Imprenta de los hermanos Torras, p. 23. Recogido en: https://books.google.es/books?id=PK_uLt8M0pIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Última consulta: 27/11/2015]

En esencia dice que es necesario memorizar los conocimientos como única forma del saber, algo completamente opuesto a la de las directrices de la ILE. Por ejemplo, a la hora de enseñar aritmética preferían ser sobrios en cuanto a teoría, siendo mejor: “hacer descubrir algunas definiciones y reglas indispensables por el alumno mismo, disminuyendo así, en cuanto sea posible, el oficio de la memoria.”³¹ También respecto a la gramática: “cuándo un niño no practica una regla de gramática, poco importa que la recite; no la sabe: solo la sabe aquel que infaliblemente la aplica, importando poco que no la recite”³², es decir, que las reglas destinadas a aplicarse en un proceso práctico no tienen sentido si se memorizan, porque a la hora de hacer relucir esos conocimientos, no se apreciará el trabajo memorístico. De igual forma opina Miguel Unamuno, que dice respecto a la gramática: “enseña tanto a hablar como la biología a respirar”.³³ E insiste en que la gramática requiere más de oído que de vista³⁴:

“Recuerdo, a este propósito de la sordera, que en cierta ocasión recibía yo las pruebas de un trabajo mío que se estaba editando, y en el cual, como en todos los míos, quería mantener mi criterio anti-académico en punto a la ortografía, haciéndola lo más acomodada a la lengua que se habla. A las segundas pruebas, el regente de la imprenta, creyendo, sin duda, que las letras que yo suprimía - alguna p de Setiembre o cosa así - era por equivocación, debió decirse: Este señor se distrae. Y puso en el margen: ¡jojo! Cogí el lápiz, tache su ojo, y puse encima de él, a mi vez: ¡oído!”³⁵

El problema es mayor en asignaturas en las que se obliga a estudiar atendiendo a un “método mecánico, memorista y de pura abstracción”³⁶, donde el profesor se limita a “dar conferencias repitiendo un libro de texto y obligará a los alumnos a tomar apuntes, siendo este un trabajo penoso, escasamente útil y que por añadidura será el único que pongan ellos en la obra de su educación histográfica”³⁷. De forma que es una “instrucción mecánica en que

31 Slys, M.A.(1888) “La Federación General de los maestros belgas” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 8, nº 277. Enero 1888, p. 263.

32 Marion, M.H.(1888) “Reglas fundamentales de la enseñanza liberal” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 31, nº 264, p. 1.

33 Unamuno, M.(1906) “La enseñanza de la gramática” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 31, nº 561, p. 356.

34 Romero López, Antonio.(1999) *Literatura, educación y pedagogía lingüística en la crisis de fin de siglo: presencia de las ideas pedagógicas de la Institución Libre de Enseñanza*. Granada: Grupo Editorial Universitario, pp. 136-137.

35 Unamuno, M.(1906) “La enseñanza...” Op. Cit. P. 356.

36 Altamira, D.R. (1890) “La enseñanza de la Historia” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 15, nº 333, p. 38.

37 Ídem.

se da todo el trabajo al alumno en forma de resultados y se le obliga a aprender de memoria hechos cuya verdad descansa en la palabra de un profesor o del autor.”³⁸ Por eso el BILE exalta la necesidad de ir a las bases de la historia, permitiendo que fuesen los alumnos los que descubriesen la historia leyendo inscripciones, viendo monedas y trajes de cada periodo, armas y recurriendo a los libros, y no a los libros de texto.

c) Opinión frente a los exámenes

Los exámenes en la educación pública limitaban los niveles de estudios del alumno, el transcurso de cada año escolar y empujaban a los alumnos hacia una salida profesional sin tener en cuenta la vocación. Los exámenes estructuraban el plan de estudios y no al contrario. No hay más que ver los artículos dedicados en la Ley Moyano a los exámenes: dieciséis; frente a los dos dedicados a métodos de enseñanza, uno a la pedagogía y ninguno sobre ética.

Uno de los fundadores y profesor de la ILE, y del Museo Pedagógico, Manuel Bartolomé Cossío, justificó la abolición de exámenes en el BILE:

- 1) A pesar de que pueden medir el talento y el saber adquirido, no reconocen la vocación, el carácter, la moralidad o la aptitud para la profesión deseada.
- 2) Son insuficientes porque colocan al alumno en una posición de incomodidad que le bloquea. Se entendería que el examinador pusiese al alumno en esa situación a propósito, pero si después busca los antecedentes (como solía ocurrir) es que algo fallaba en el método.
- 3) Son inútiles en las clases pequeñas, donde el profesor mide los conocimientos y el resto de cualidades en el ambiente del niño.
- 4) Obligan al alumno a caer en lo material, olvidando la cultura intelectual y moral. Lo describe como la “perversión moral que preparan en el espíritu de los alumnos.”³⁹
- 5) La presión para preparar los exámenes ocasionaba enfermedades entre los alumnos que fueron estudiadas por la Academia de Medicina de París.⁴⁰

d) Cultivo del cuerpo

En la ILE el desarrollo del cuerpo era otro de los pilares elementales de la enseñanza, por eso programaron excursiones, colonias, formación en higie-

38 Ídem.

39 Cossío, D.M.B.(1890) “Supresión de los exámenes en las escuelas normales” en El Boletín Libre de Enseñanza. Año 15, nº 333, p. 369.

40 *Ibidem*, p. 370.

ne corporal y educación física, mientras que en la enseñanza pública “los únicos ejercicios físicos que hacían los alumnos de las escuelas e institutos de segunda enseñanza, y en casos excepcionales, era algo de gimnasia de aparatos en lugares cerrados y paseos de jueves y domingos en doble fila aburridísima.”⁴¹

Con respecto a la higiene los profesores de la Institución llegaron a proponer la instalación de duchas en el centro como se hizo en Gotinga o en Weimar⁴², pero el bajo presupuesto de la ILE no lo permitió. A pesar de eso defendían que:

“Si la escuela debe tender, gracias a las reformas sociales, a que desaparezcan las prisiones, las casas de corrección, etc., no se puede titubear en poner al niño en las condiciones exigidas para aprovechar la enseñanza que en ella se le da; es preciso, pues, que el niño sea limpio, que tenga una buena alimentación y vestidos suficientes.”⁴³

Como escuela laica podían defender estas ideas y formar al alumno en la higiene y el cuidado del cuerpo, cosas que para la Iglesia siempre se han considerado pecaminosas:

El aseo ¿no ha sido considerado por ciertos místicos y aun santos y hasta por huraños filósofos, como una especie de sensualidad y pecaminosa atención, ora a nuestro cuerpo, ora al aplauso y gusto de nuestros semejantes?⁴⁴

Las colonias escolares se ampliaron en enero de 1888 al verificar que se trataba de uno de “los medios más eficaces de cultura y uno de los más poderosos auxiliares para la formación de carácter.”⁴⁵ Las realizaban por Toledo y estaba dirigidas por Francisco Giner de los Ríos y Manuel Bartolomé Cossío.

Criticaban la educación física relacionada con los ejercicios militares europeos del siglo XX, que fueron el germen de las guerras de principios del siglo. Admitían que tenía una base sana la carrera, el salto, la lucha, la natación o el remo, pero que estaba mal enfocado su objetivo, ya que en educación se debía pensar en transformar los hábitos nacionales. También se oponían a su incorporación en los colegios españoles por figuras como el Conde de Villalo-

41 Cuesta Escudero, P.(1994) *La escuela en la reestructuración de la sociedad española (1900-1923)*. Madrid: Siglo XXI en España, p. 146.

42 Centros pedagógicos relacionados con las ideas de la ILE. Instalaron sistemas de duchas y aseguraron en artículos que escribieron en el BILE que favoreció en los niños las relaciones no solo en la escuela, sino también en el ámbito familia y en la salud.

43 Van Kalken, H.(1890) “Los baños escolares” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 15, nº 333, p. 369.

44 Torrecilla Hernandez, L.(2008) *Escuela y cárcel:...* Op. Cit. P. 108.

45 Giner de los Ríos, D.F.(1888) “Dirección de excursiones” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 13, nº 272. Junio 1888, pp. 31-32.

bos⁴⁶ puesto que “los maestros no están preparados para dirigir estos ejércitos y sería preciso encargarlos a sargentos o gentes poco acostumbradas a tratar con niños.”⁴⁷

También vemos que en países más asociados al catolicismo renegaban de todo lo que fortaleciese el cuerpo por ser la prisión del alma. En países con religiones más flexibles se implantó antes la educación física y se consiguieron las primeras medallas en las nuevas olimpiadas de 1896⁴⁸, mientras que los primeros logros olímpicos de España no comenzaron hasta las Olimpiadas de Moscú de 1980.

Tabla 1: Participación y resultados de España de los Juegos Olímpicos de Verano Modernos desde su comienzo hasta la Guerra Civil Española.³⁸

Año	Juegos Olímpicos de Verano	Participación	Número de medallas recibidas
1896	Atenas	No	-
1900	París	Sí	1 oro
1904	San Luis	No	-
1908	Londres	No	-
1912	Estocolmo	No	-
1920	Amberes	Sí	2 platas
1924	París	Sí	-
1928	Amsterdam	Sí	1 oro
1932	Los Ángeles	Sí	1 bronce
1936	Berlín	No	-

e) Posición respecto a los castigos

En el siglo XIX el racionalismo explicó que la educación era el medio por el que renovar la sociedad. En España relegaron a la Iglesia y apostaron por abatir el ocio en las escuelas y alcanzar la redención por el trabajo otor-

46 Mayoral Gonzalez, A. “El Conde de Villalobos, figura seéra de la educación física española. Del empirismo a la fundamentación científica.” ATHLOS. Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física, el Juego y el Deporte. Vol VIII. Año V, n° 8. Junio 2015 pp. 69-88

47 Cossío, D.M.B.(1888) “Contra la introducción de los ejercicios militares y batallones escolares en la escuela” en El Boletín Libre de Enseñanza. Año 13, n° 272. Junio 1888, p. 145.

48 Espaciodeportes.com (2015) Disponible en: <http://espaciodeportes.com/todas-las-sedes-de-los-juegos-olimpicos/> [Última consulta: 15/11/2015]

gando premios y castigos a los alumnos. Por faltar a clase o no enderezar bien la pluma los maestros tenían permiso para denigrar al alumno con coronas de papel, orejas de burro o sogas de esparto al cuello, ponerle en posturas denigrantes, confesar el delito de rodillas, someterlo a privaciones de comida, recreo o sueño, aislarlo en cuartos oscuros o vejarlos físicamente. El resultado en el alumno variaba desde depresión a cólera pasando por servilismo.⁴⁹ En especial el aislamiento produjo numerosas desgracias:

“Triste ejemplo [...] de cierto colegio de merecida fama, donde un maestro subalterno encerró y olvidó a un alumno, y a media noche hallaron el cadáver frío de un muchacho de catorce años que se había ahorcado con su corbata.”⁵⁰

En la ILE no había castigos, solo les hacía comprender en qué consistían estos actos. Pero al igual que no se daban castigos tampoco se otorgaban premios por hacer lo que una persona de bien debía hacer. De ahí el siguiente fragmento de Manuel Bartolomé Cossío:

“Trabajo intelectual sobrio e intenso; juego corporal al aire libre; larga y frecuente intimidad con la naturaleza y con el arte; absoluta protesta en cuanto a disciplina moral y vigilancia, contra el sistema corrupto de exámenes, de emulación, de premios y castigos, de vigilancia y de toda clase de garantías... íntima y constante acción personal de los espíritus son las aspiraciones ideales y prácticas a las que la Institución encomienda su obra”

f) Coeducación e igualdad

La igualdad en las aulas de centros públicos solo se veía en la coeducación que se vio obligada a aprobar la ley Moyano en los centros rurales, donde no tenían suficientes medios para seguir las exigencias de una educación separada según el sexo de los alumnos:

La Ley Moyano está orientada a evitar, por todos los medios, la conducción; aun cuando el vecindario sea escaso, en vez de completar la escuela con la asistencia conjunta de los dos sexos (¡Y téngase en cuenta que serían niños de 6 a 9 años!), se recurre a la formación de distritos escolares, o al establecimiento de escuelas de temporada. De todas las formas, la ley no puede ser rígida al tener en cuenta que se legisla para una España netamente rural [...]. Es por eso que el artículo 103 queda redactado así: «Únicamente en las Escuelas incompletas se permitirá la concurrencia de los niños de ambos sexos en un mismo local y aun así con la separación debida» .⁵¹

49 Torrecilla Hernandez, L.(2008) Escuela y cárcel:... Op. Cit. Pp. 113-120.

50 Cardereta, M.(1858) Diccionario de educación y métodos de enseñanza. Madrid: Imprenta de R. Campuzano, pp. 88.

51 Cuesta Escudero, P.(1994) La escuela en la reestructuración de la sociedad española (1900-1923).

En la ILE la coeducación pretende preparar al niño para la sociedad y acabar con la inferioridad positiva de la mujer, que diferencia los sexos buscando la igualdad, pero acaba por constatar las diferencias⁵². Desde el BILE estos ideales marcaron a las nuevas maestras en la Segunda República: “son el primer grupo con una identidad femenina diferente. Eran autónomas, viajaban a otros pueblos, en el siglo XIX muchas todavía acompañadas, y escribían en revistas profesionales”⁵³ Por ejemplo María Zambrano⁵⁴ o Clara Campoamor.⁵⁵

La ILE al educar a las mujeres como a los hombres, rechazaba la legislación de origen machista, que se veía resumida en la Ley Moyano con artículos como el siguiente:

Art. 5. En las enseñanzas elemental y superior de las niñas se omitirán los estudios de que tratan el párrafo sexto del art. 2º (breves nociones de Agri-

Madrid: Siglo XXI en España.

- 52 Castells, A.M., Falcón, L., Klain, N., Garrido, L., Lienas, G. et al., (2007) “Vocabulario para la igualdad. Palabras y conceptos clave en el vocabulario de la igualdad.” Disponible en Mujeres en red.El periódico feminista: <http://www.mujeresenred.net/spip.php?article1301> [Última consulta: 03/02/2016]
- 53 Fuente, I. (2007) “Maestras que cambiaron la escuela” en El país. 5 de Noviembre 2007. Recogido en: http://elpais.com/diario/2007/11/05/educacion/1194217203_850215.html [Última consulta: 08/10/2016]
- 54 María Zambrano (1904-1991) fue una escritora, filósofa y pensadora del siglo XIX. Discípula de Ortega y Gasset, de Zubiri y de García Morente se convirtió rápidamente en una figura clave para la cultura hispánica y para el movimiento feminista. Por una parte trató de sintetizar la filosofía occidental existencialista, fenomenológica y vitalista. También colaboró en la valoración del feminismo como un movimiento de reivindicación de la igualdad, considerando que no se puede alcanzar emulando el modelo de hombre porque se anularía el valor de lo femenino y restaría libertad a las mujeres al tener que renunciar a su propio ser que, en su pensamiento, no es inferior al de los hombres, sino diferente. Gracias a este trabajo y a muchos otros ganó el premio Príncipe de Asturias de Humanidades en 1981 y el premio Cervantes en 1988. Bundgaard, A. (2000) Más allá de la filosofía. Sobre el pensamiento filosófico-místico de María Zambrano, Madrid, Editorial Trotta. Disponible en Centro Virtual Cervantes: <http://cvc.cervantes.es/actcult/zambrano/biografia.htm> [Última consulta: 03/02/2016] Castro, C. (2013) Mujeres precursoras: María Zambrano. Disponible en: <http://singenerodedudas.com/blog/mujeres-precursoras-maria-zambrano/> [Última consulta: 03/02/2016]
- 55 Clara Campoamor (1888-1972) fue una abogada y política española que luchó fervientemente por el voto femenino y por la igualdad de género en la sociedad. Sus inquietudes políticas le llevaron a aproximarse a los socialistas y a fundar una Asociación Femenina Universitaria, obtuvo un escaño de diputada por Madrid en las listas del Partido Radical y formó parte de la Comisión constitucional, destacando en la discusión que condujo a aprobar el artículo 36, que reconocía por vez primera el derecho de voto a las mujeres. Fue una gran valedora de la igualdad de derechos de la mujer, en cuya defensa publicó numerosos escritos, como El derecho femenino en España, o La situación jurídica de la mujer española. Biografías y vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Clara Campoamor. Disponible en: http://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/campoamor_clara.htm [Última consulta: 03/02/2016]

cultura, Industria y Comercio, según las localidades) y los párrafos primero (principios de Geometría, de Dibujo lineal y de Agrimensura) y tercero (nociones generales de Física y de Historia natural acomodadas a las necesidades más comunes de la vida) del art. 4º, reemplazándose con:

Primero. Labores propias del sexo.

Segundo. Elementos de Dibujo aplicado a las mismas labores.

Tercero. Ligeras nociones de Higiene doméstica.⁵⁶

3.6. Influencia de la ILE

Su influencia en otros centros coetáneos se materializó mediante “las consultas dirigidas a la institución por municipios, sociedades y particulares, tanto para la edificación de los locales de enseñanza, cuanto sobre métodos para dirigir los estudios, lo aprueban.”⁵⁷

Otros centros creados en torno a la ILE fueron la Institución Libre de Enseñanza de Lisboa (1882) o de Sabadell (1881), la Institución catalana para chicas (1883), escuelas nuevas de Navalcarnero (1886), escuelas fundadas por Sierra Pambley en León y el grupo escolar Cervantes de Madrid.

Se crearon nuevas instituciones y programas con la intermediación del centro: el Museo Pedagógico, y la Junta para Ampliación de Estudios, el Centro de Estudios Históricos, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, la Residencia de Estudiantes; el Instituto Escuela, las colonias escolares de vacaciones, la Universidad Internacional de verano o las Misiones Pedagógicas.

Las personas que colaboraron para propagar la acción de la ILE fueron intelectuales españoles como Ramón y Cajal, Miguel de Unamuno, Juan Ramón Jiménez, Benito Pérez Galdós o Azorín; y figuras internacionales como H. G. Wells, María Montessori, Darwin o Tolstoi, que también colaboraron en el BILE.

En la actualidad tuvieron un papel fundamental como modelo a la hora de implantar una legislación educativa de carácter más liberal, la denominada

56 España. Ministerio de Fomento (1857). Ley de Instrucción Pública de 9 de septiembre de 1857. Disponible en: http://personal.us.es/alporu/historia/ley_moyano.htm [Última consulta: 08/01/2016]

57 Cuesta, Escudero, P.(1994) La escuela en la reestructuración de la sociedad española (1900-1923). Madrid: Siglo XXI en España, p. 182.

LOGSE⁵⁸. Y ha servido de modelo a nuevos centros de innovación pedagógica, como el Colegio el Estudio⁵⁹, Base⁶⁰, Estilo⁶¹ o el Liceo Europeo⁶².

4. Conclusiones

La situación económica había ido empeorando desde la Guerra de Independencia y la pérdida de las colonias a principios del siglo XIX. La falta de una burguesía fuerte con un capital sólido que invertir impidió la creación de una industria potente equiparable a la que se estaba produciendo en Europa. El Estado se hipotecó a costa de bancos europeos, y con la crisis por la Guerra de Secesión americana en Europa, la Hacienda se endeudó aún más. El sistema político basado en el caciquismo tampoco colaboró en la creación de una legislación que favoreciese el comercio o la diversificación de los transportes. Esto se tradujo en paro constante y crisis de subsistencia. También la falta de una educación en la población sobre la que poder basar una sociedad, propició

-
- 58 La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España aprobada en 1990. Ha sido muy popular por las mejoras que introdujo respecto a la calidad de la enseñanza, promoviendo una mejor cualificación y formación de los profesores, la programación docente, los recursos educativos y la función directiva, la innovación y la investigación educativa, la orientación educativa y profesional, la inspección educativa y la evaluación del sistema educativo. También introdujo una mejora fundamental a la hora de dar más autonomía a los centros para elaborar proyectos propios y poder llevarlos a la práctica. Marchesi, A. “Presente y futuro de la reforma educativa en España” en la Revista Iberoamericana de Educación, número 27. Disponible en: <http://rieoei.org/rie27a03.htm> [Última visita 02/03/2015]
- 59 Centro creado en 1940 por Jimena Menendez Pidal, Ángeles Gasset y Carmen García del Diestro, antiguas profesoras de la Institución Libre de Enseñanza. El centro trata de perpetuar las ideas pedagógicas del centro, sus métodos de trabajo, técnicas y procedimientos aplicados a las nuevas tecnologías del paradigma que vivimos, además de reunir las fuentes documentales de la historia y la pedagogía de este centro escolar. Fundación Estudio. Colegio Estudio. Disponible en la web oficial: <http://colegio-estudio.es/colegio-estudio/> [Última visita 02/03/2015]
- 60 Desde su fundación en 1962, y lejos de la línea educativa establecida en aquella época en España, ha sido un colegio liberal, mixto, no confesional, independiente, sin identificación política, y no dirigido a un grupo o estamento cultural o profesional determinado. Pretende continuar y profundizar en la línea de la Institución Libre de Enseñanza, rechazando pautas tradicionales de autoritarismo, dogmatismo, jerarquización de los alumnos en función de los resultados de aprendizaje, o modelos de conducta únicos. Colegio Base. Disponible en la web oficial: <http://www.colegiobase.com/cbase/index.php?sectionid=32> [Última visita 02/03/2015]
- 61 El Colegio Estilo es un colegio madrileño fundado por Josefina Aldecoa en octubre de 1959, en plena dictadura franquista. Nacido de la necesidad de una escuela libre, moderna y europeísta y basada en los postulados de la Institución Libre de Enseñanza, acogió desde el primer momento a hijos de intelectuales, escritores, artistas y a todos los que deseaban una educación diferente, creativa, intelectual y laica. Colegio Estilo. Historia del Colegio Estilo. Disponible en la web oficial: <http://colegioestilo.com/historia-colegio-estilo/> [Última visita 02/03/2015]
- 62 El Liceo Europeo desarrolla desde 1982 su labor educativa siempre fiel a sus principios fundacionales, inspirados en la Institución Libre de Enseñanza, la Declaración Universal de los Derechos Humanos y el pensamiento tradicional europeo que emana del Renacimiento y la Ilustración. Liceo Europeo. Disponible en la web oficial: <http://liceo-europeo.es/modelo-educativo/#> [Última visita 02/03/2015]

un alto grado de analfabetismo, dependencia de la Iglesia y una crisis moral generalizada.

La Primera República también fue una causa a corto plazo de la creación de la ILE porque les brindó la oportunidad de ver como podía funcionar un sistema educativo ligado a un sistema político liberal. Además de libertad de cátedra les permitió formar parte de la administración de los centros públicos. Por eso no se conformaron con lo que les ofrecía el sistema de la Restauración.

Con las pruebas recogidas podemos ver que querían reformar el sistema educativo por ser la base de la sociedad española, corrupta en su moralidad y en sus prioridades. Para este fin implantaron un modelo de educación que crease a un hombre íntegro, sin castigos físicos o verbales, exámenes o dogmatismos propios de los centros públicos. Solo podían verse influidos en cuestiones religiosas o políticas desde sus familias, a pesar de que les infundían espíritu crítico; y solo les pedían cierto grado de espiritualidad en las cuestiones morales o éticas. En conclusión buscaban el saber por el saber, la protección de la infancia y una espiritualidad que acompañase a sus alumnos durante toda su vida,

Estas premisas se mantuvieron en la pedagogía española durante mucho tiempo después de que la ILE cerrara sus puertas tras la Guerra Civil. A penas enseñaron a 300 niños, pero su influencia motivó la creación de otros centros libres e instituciones como la Residencia de Estudiantes, que acogió a los más importantes miembros de la generación del 27. Pero, aunque el centro siga en pie en el Paseo del General Martínez Campos en Madrid y sus ideas hayan servido para inspirar nuevas propuestas pedagógicas, hace tiempo que el Boletín se encuentra escondido en la Biblioteca Nacional, como un secreto mal guardado, y casi nadie recuerda ya a estos padres de la pedagogía.

5. Webgrafía

- Biografías y vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Clara Campoamor. Disponible en: http://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/campoamor_clara.htm [Última consulta: 03/02/2016]
- Bundgaard, A. (2000) Más allá de la filosofía. Sobre el pensamiento filosófico-místico de María Zambrano, Madrid, Editorial Trotta. Disponible en Centro Virtual Cervantes: <http://cvc.cervantes.es/actcult/zambrano/biografia.htm> [Última consulta: 03/02/2016]
- Castells, A.M., Falcón, L., Klain, N., Garrido, L., Lienas, G. et al., (2007) “Vocabulario para la igualdad. Palabras y conceptos clave en el vocabulario de la igualdad.” Disponible en Mujeres en red.El periódico feminista: <http://www.mujeresenred.net/spip.php?article1301> [Última consulta: 03/02/2016]
- Castro, C. (2013)Mujeres precursoras: María Zambrano. Disponible en :<http://singenerododudas.com/blog/mujeres-precursoras-maria-zambrano/> [Última consulta: 03/02/2016]
- Circular del Ministro de Fomento, el Marqués de Orovio, del 26 de febrero de 1875. Disponible en Legislación y Documentos sobre educación superior: http://personal.us.es/alporu/legislacion/circular_orovio_1875.htm#texto. [Última consulta: 02/01/2016]
- Colegio Base. Disponible en la web oficial: <http://www.colegiobase.com/cbase/index.php?sectionid=32> [Última visita 02/03/2015]
- Colegio Estilo. Historia del Colegio Estilo. Disponible en la web oficial: <http://colegioestilo.com/historia-colegio-estilo/> [Última visita 02/03/2015]
- Correa-Ballester, J. “El Concordato de 1851”. Disponible en Historia del Derecho: <http://www.uv.es/correa/troncal/concordato1851>) [Última consulta: 05/02/2016]
- Escoiquiz, Juan.(1821) Tratado de las obligaciones del hombre. Barcelona: Imprenta de los hermanos Torras, pp. 23. Recogido en: https://books.google.es/books?id=PK_uLt8-M0pIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. [Última consulta: 27/11/2015]
- Espaciodeportes.com(2013) Disponible en: <http://espaciodeportes.com/todas-las-sedes-de-los-juegos-olimpicos/> [Última consulta: 15/11/2015]
- España. Ministerio de Fomento (1857). Ley de Instrucción Pública de 9 de septiembre de 1857. Disponible en: http://personal.us.es/alporu/historia/ley_moyano.htm. [Última consulta: 08/01/2016]

- Estatutos de la Institución Libre de Enseñanza. Disponible en Legislación y Documentos sobre educación superior: http://personal.us.es/alporu/legislacion/estatutos_institucion_libre.htm [Última consulta: 08/02/2016]
- Fuente, I. (2007) “Maestras que cambiaron la escuela” en El país. 5 de Noviembre 2007. Recogido en: http://elpais.com/diario/2007/11/05/educacion/1194217203_850215.html [Última consulta: 08/10/2016]
- Fundación Estudio. Colegio Estudio. Disponible en la web oficial: <http://colegio-estudio.es/colegio-estudio/> [Última visita 02/03/2015]
- Gómez, Valle, D. “Economía y sociedad en la España del siglo XIX” en Historia de España, disponible en: <https://sites.google.com/site/historiadeespa/selectividad/cuestiones/economia-y-sociedad-en-la-espana-del-siglo-xix>. [Última consulta: 08/01/2016]
- Liceo Europeo. Disponible en la web oficial: <http://liceo-europeo.es/modelo-educativo/#> [Última visita 02/03/2015]
- Marchesi, A. “Presente y futuro de la reforma educativa en España” en la Revista Iberoamericana de Educación, número 27. Disponible en: <http://rieoei.org/rie27a03.htm> [Última visita 02/03/2015]
- Martínez-Salanova, E. Francisco Giner de los Ríos y los pedagogos de la Institución Libre de Enseñanza. Los principios pedagógicos de la Institución Libre de Enseñanza. Recogido de :http://www.uhu.es/cine.educacion/figuraspedagogia/0_ginerdelosrios.htm. [Última consulta: 08/10/2015]
- Núñez Ruiz, G. Los institutos libres durante la primera república, una experiencia educativa frustrada. Disponible en: dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2162261.pdf [Última consulta: 23/09/2015]
- Sabattier, Abate.(1821) El amigo de los niños. Fábula IV: el ratón y el gato. Edición de Juan Escoiquiz. Madrid: Imprenta de D. Antonio Martinez. Recogido en: <https://books.google.es/books?id=60pf188TNIsc&printsec=frontcover&dq=El+amigo+de+los+ni%C3%B1os&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjDntuRlarKAhUDVRQKHjDMcQ6AEIH-zAA#v=onepage&q&f=false>. [Última consulta: 03/01/2016]

6. Bibliografía

- Altamira, D.R. (1890) “La enseñanza de la Historia” en El Boletín Libre de Enseñanza. Año 15, nº 333, p. 38. [Última consulta: 30/07/2015]
- Blasco Carrascosa, J. (1980). Un arquetipo pedagógico pequeño-burgués. Teoría y praxis de la Institución Libre de Enseñanza. Valencia: F. Torres. [Última consulta: 19/12/2015]

- Cacho Viu, V.(1962) *La Institución Libre de Enseñanza*. Madrid: Rialp. [Última consulta: 22/12/2015]
- Capitán Díaz, A.(1873) *La educación en la primera república española*. Valencia: NAU Libres. [Última consulta: 10/11/2015]
- Cardereta, M.(1858) *Diccionario de educación y métodos de enseñanza*. Madrid: Imprenta de R. Campuzano. [Última consulta: 08/01/2016]
- Castelar, E. “El rasgo” del periódico *La democracia*. Publicado en febrero de 1865. Disponible en *Gestión de la memoria*. ¿Contar lo que pasó o describir lo que pasaba?: <http://gestindelamemoria-felix.blogspot.com.es/2012/01/el-rasgo-de-emilio-castelar.html> [Última visita: 05/01/2016]
- Cossío, D.M.B.(1888) “Contra la introducción de los ejercicios militares y batallones escolares en la escuela” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 13, nº 272. Junio 1888. [Última consulta: 09/08/2015]
- Cossío, D.M.B.(1890) “Supresión de los exámenes en las escuelas normales” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 15, nº 333. [Última consulta: 09/08/2015]
- Cuesta Escudero, P.(1994) *La escuela en la reestructuración de la sociedad española (1900-1923)*. Madrid: Siglo XXI en España. [Última consulta: 27/11/2015]
- Giner de los Ríos, D.F.(1888) “Dirección de excursiones” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 13, nº 272. Junio 1888. [Última consulta: 09/08/2015]
- Jimenez-Landis Martínez, A. *La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente*. Vol III. Madrid: Editorial Complutense S.A. [Última consulta: 20/11/2016]
- Marion, M.H.(1888) “Reglas fundamentales de la enseñanza liberal” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 31, nº 264. [Última consulta: 20/09/2015]
- Mayoral Gonzalez, A. “El Conde de Villalobos, figura seéra de la educación física española. Del empirismo a la fundamentación científica.” *ATHLOS. Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física, el Juego y el Deporte*. Vol VIII. Año V, nº 8. Junio 2015 pp. 69-88. [Última consulta: 28/10/2015]
- Nash, M. *Mujer, familia y trabajo en España (1875-1936)*(1983), Barcelona: Anthropos. [Última consulta: 15/10/2015]
- Posada, A.(1981) *Breve historia del krausismo español*. Oviedo: Universidad, Servicio de Publicaciones, D.L. [Última consulta: 22/09/2015]
- Romero López, Antonio.(1999) *Literatura, educación y pedagogía lingüística en la crisis de fin de siglo: presencia de las ideas pedagógicas de la Institución Libre de Enseñanza*. Granada: Grupo Editorial Universitario. [Última consulta: 20/08/2015]
- Servicio de Estudios del Banco de España (1970). *Ensayos sobre la Economía española a mediados del siglo XIX*. Madrid. [Última consulta: 05/01/2016]

- Slys, M.A.(1888) “La Federación General de los maestros belgas” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 8, nº 277. Enero 1888. [Última consulta: 20/09/2015]
- Thompson, P. *La voz del pasado. Historia oral*. (1988) Valencia: Edicions Alfons el Magnànim. Institució Valenciana d’estudis i investigació. [Última consulta: 10/09/2015].
- Torrecilla Hernandez, L.(2008) *Escuela y cárcel: la disciplina escolar en el contexto del mundo carcelario en la España del siglo XIX*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio EditoriaL. [Última consulta: 30/07/2015]
- Unamuno, M.(1906) “La enseñanza de la gramática” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 31, nº 561, pp. 356. [Última consulta: 09/08/2015]
- Van Kalken, H.(1890) “Los baños escolares” en *El Boletín Libre de Enseñanza*. Año 15, nº 333. [Última consulta: 30/07/2015]

7. Anexos

ANEXO I: Circular del Ministro de Fomento, el Marqués de Orovio, de 26 de febrero de 1875. Disponible en Legislación y Documentos sobre educación superior: http://personal.us.es/alporu/legislacion/circular_orovio_1875.htm#texto

Entre los diversos ramos confiados a mi cuidado, figura en primer término el importantísimo de la Instrucción pública, que es y ha sido siempre el elemento más eficaz para el esplendor y la grandeza de los pueblos. Por eso sin duda lo mismo los hombres de Estado que los ciudadanos honrados, y sobre todo los padres de familia, vienen preocupándose constantemente de este vital asunto, y se hallan hoy alarmados cuando, merced a los últimos trastornos, se han desquiciado y echado por tierra los principios fundamentales que han servido de base en nuestro país a la educación y a la enseñanza públicas. De poco o nada sirve a los Gobiernos procurar restablecer el orden material, base y fundamento de todo progreso, y garantizar para lo sucesivo la paz pública, fomentando los intereses materiales, si a la vez no se ocupan del orden moral, educando e ilustrando convenientemente al pueblo, dando la paz a las conciencias cuando se encuentran inquietas o perturbadas, y garantizando los fueros de la ciencia comprometidos más que nunca cuando la pasión y el vértigo revolucionario los conduce al error en nombre de una libertad ilimitada y absoluta..

No es menos grave, y un ejemplo vivo y lamentable tenemos en nuestro país, si dejándose llevar de teorías y especulaciones políticas exageradas y peligrosas no se tiene en cuenta al legislar la índole especial de las creencias, y el estado de civilización y cultura del pueblo al que se intenta aplicarlas. El hecho positivo del modo de ser, del modo de creer, del modo de pensar y de vivir de un pueblo es el fundamento en que debe apoyarse la legislación que se le aplique.

Por desconocer estos principios hemos visto y sentido recientemente males sin cuento. En el orden moral y religioso, invocando la libertad más absoluta, se ha venido a tiranizar a la inmensa mayoría del pueblo español, que siendo católica tiene derecho, según los modernos sistemas políticos fundados precisamente en las mayorías, a que la enseñanza oficial que sostiene y paga esté en armonía con sus aspiraciones y creencias; y de aquí ha resultado la lucha y la necesidad de apartarse en ciertas asignaturas de las aulas oficiales para buscar en el retiro de la enseñanza privada lo que el Estado tiene obligación de darle en la pública.

Y en el orden científico e intelectual invocando la misma ilimitada libertad, se han cerrado a millares las escuelas de primera enseñanza; se ha dejado morir de hambre a los Maestros por falta del pago de sus asignaciones, y relajando la disciplina entre alumnos y catedráticos, las aulas han quedado desiertas, y los Profesores titulares ausentes u olvidados en muchos casos de sus deberes. Aún recordará V.S. las apreciaciones que mi antecesor dejó consignadas sobre esta materia en el preámbulo al decreto de 29 de Septiembre último, al manifestar que los resultados de esta inmoderada libertad han sido el desconcierto y la anarquía y una marcada decadencia en los estudios. Y no por eso se crea que han escaseado los títulos profesionales, siendo ya una regla general la simultaneidad de asignaturas y de cursos, y no la prueba de una inteligencia superior y privilegiada, viniendo a terminarse carreras difíciles y largas, en dos o tres años, y aun en meses.

Preciso es, y de urgencia, poner un pronto término a este estado de cosas.

Una nueva era comienza hoy por fortuna para la nación española. Sin lucha de ninguna especie, sin derramar una gota de sangre ni una lágrima, el país y su valiente y leal ejército han puesto término a los excesos revolucionarios de los últimos tiempos, buscando en la monarquía hereditaria remedio a sus males y llamando al trono al rey legítimo D. Alfonso XII, príncipe católico como sus antecesores, reparador de las injusticias que ha sufrido la Iglesia, constitucional y tolerante con todas las opiniones, como lo reclama y exige la época en que vivimos, y enemigo de tiranías y persecuciones que pugnen a la vez no sólo con sus propias inspiraciones, sino con el espíritu del siglo y hasta con la caridad evangélica.

De estas premisas y del preámbulo y art. 3.º del decreto de mi antecesor de 29 de Julio último, en que al tomar a su cargo el Gobierno la dirección de los estudios públicos reivindicaba enérgicamente la de todos los establecimientos oficiales de enseñanza, puede V.S., Sr. Rector, deducir cuáles son las miras y propósitos del Gobierno, y a qué reglas debe V. S. ajustar su conducta en el desempeño de su cargo.

La libertad de enseñanza de que hoy disfruta el país, y que el Gobierno respeta, abre a la ciencia ancho campo para desenvolverse ampliamente sin obstáculos ni trabas que embaracen su acción, y a todos los ciudadanos los medios de educar a sus hijos según sus deseos y hasta sus capricho; pero cuando la mayoría y casi la totalidad de los españoles es católica y el Estado es católico, la enseñanza oficial debe obedecer a este principio, sujetándose a todas sus consecuencias. Partiendo de esta base, el Gobierno no puede consentir que en las cátedras sostenidas por el Estado se explique contra un dogma que es la verdad social de nuestra patria.

Es, pues, preciso que vigile V. S. con el mayor cuidado para que en los establecimientos que dependen de su autoridad no se enseñe nada contrario al dogma católico ni a la sana moral, procurando que los Profesores se atengan estrictamente a la explicación de las asignaturas que les están confiadas, sin extraviar el espíritu dócil de la juventud por sendas que conduzcan a funestos errores sociales. Use V. S., en este punto del más escrupuloso celo, contando con que interpreta los propósitos del Gobierno, que son a la vez los del país.

Junto con el principio religioso ha marchado siempre en España el principio monárquico, y a los dos debemos las más gloriosas páginas de nuestra historia. Si el Gobierno de una nación católica no puede abandonar los intereses religiosos del país cuyos destinos rige, el Gobierno de una Monarquía constitucional debe velar con especial esmero para que se respete y acate el principio político establecido, base y fundamento de todo nuestro sistema social.

En lo que toca a esta materia se han publicado ya disposiciones claras y terminantes: pero el Ministro que suscribe faltaría al más sagrado de los deberes si no encargara a V. S. encarecidamente que por ningún concepto tolere que en los establecimientos dependientes de este Rectorado se explique nada que ataque directa ni indirectamente a la Monarquía constitucional ni al régimen político, casi unánimemente proclamado por el país.

El Gobierno está convencido de que la mayoría de los Maestros y Profesores obedecen y acatan el sistema político establecido y todo lo que emana de la Suprema Autoridad del Monarca; más aún, entiende que muchos no sólo lo hacen por deber, sino por propia convicción, habiendo llegado algunos a dar pruebas de valor y abnegación dignas del aplauso público; pero si desdichadamente V. S. tuviera noticia de que alguno no reconociera el régimen establecido o explicara contra él, proceda sin ningún género de consideración a la formación del expediente oportuno.

También en punto a lo que se refiere al método de la enseñanza y a la disciplina escolástica debo hacer a V. S. algunas observaciones, pues una y otra cosa ejercen gran influencia en el progreso y desarrollo de la pública instrucción. La misión honrosísima del Profesorado consiste en enseñar a la juventud las verdades conocidas de la ciencia explicadas dentro de los límites marcados para cada asignatura; consiste además el cargo del Profesor en preparar a los discípulos convenientemente para que al dejar las aulas puedan por sí mismos elevarse con vuelo seguro a las alturas de la ciencia, adonde sólo se puede llegar con juicio recto y razón robusta. El Profesor que no explique todo el programa de la asignatura que le está encomendada, o pretenda ampliarlo más allá de lo razonable, perturba el método general de la enseñanza, altera el orden que debe establecerse entre los conocimientos para que se

trasmítan con perfecta claridad, y perjudica a los alumnos, pasándoles de unos a otros estudios sin la debida preparación. Esto entiende el Ministro que suscribe que debe practicarse en todo establecimiento de enseñanza bien ordenado, encargando a V. S. que lo haga observar en cuanto sea posible.

El vigoroso mantenimiento de la disciplina escolástica es indispensable para que los Catedráticos puedan desempeñar su noble misión con el debido decoro, y para que los jóvenes saquen de la enseñanza los frutos que la sociedad espera y tiene derecho a exigir. Que se cumplan, pues, con pronta y ejemplar exactitud todas las disposiciones que tiendan a premiar la aplicación y a estimular al orden y al trabajo; que no se toleren bajo ningún concepto las faltas de asistencia a las clases, ni mucho menos las de respeto a los Profesores; y, por último, que se hagan observar dentro de los establecimientos las reglas de moral y buena educación que marcan los reglamentos.

A tres puntos capitales se dirigen las observaciones del Ministro que suscribe, a evitar que en los establecimientos que sostiene el Gobierno se enseñen otras doctrinas religiosas que no sean las del Estado; a mandar que no se tolere explicación alguna que redunde en menoscabo de la persona del Rey o del régimen monárquico constitucional; y, por último, a que se restablezcan en todo su vigor la disciplina y el orden en la enseñanza. Si V. S. consigue que en ese distrito universitario se observen los principios aquí consignados, habrá interpretado fielmente los propósitos del Gobierno de S. M.

De Real orden lo comunico a V. S. para su cumplimiento y efectos consiguientes. Dios guarde a V. S. muchos años. Madrid, 26 de Febrero de 1875.- Orovio.

Sr. Rector de la Universidad de...

¿Hasta qué punto las pinturas religiosas de Rafael Sanzio, en las que se representa al Niño Jesús y a San Juanito, podrían tener un fondo herético que reflejara las inquietudes religiosas de la alta sociedad florentina del siglo XVI?

Elena Gallego Chávarri



Resumen

La siguiente monografía tiene como propósito analizar ciertas obras de Rafael Sanzio en las que aparecen juntos San Juanito y el Niño Jesús, y así comprobar, si estas escenas pueden estar influenciadas por las ideas de la obra *Apocalypsis Nova*, que tanta importancia llegó a tomar, transformando usos y costumbres de la alta sociedad florentina del siglo XVI.

Para ello primero introduciremos la corriente renacentista en la que se recreó la vida artística de Rafael Sanzio y describiremos a la sociedad e Iglesia Católica en Italia. A continuación, un profundo análisis de la “Teoría de los dos niños Jesús”, lanzada por el filósofo Rudolf Steiner, pretende relacionar las ideas que expone la obra *Apocalypsis Nova* con la interpretación sociocultural que Rafael pudo haber adquirido en Florencia y luego reproducido en sus cuadros. Mediante el método iconológico de Erwin Panofsky, descifraremos creaciones como *La Perla*, *La Virgen de la Rosa* o *La Virgen del Jilguero*. Por supuesto estos temas se tratarán desde el punto de vista más objetivo y en ningún momento se pretenderá faltar al respeto a ninguna religión. Para finalizar, concluiremos ofreciendo una respuesta a la pregunta de investigación según los resultados que obtengamos de nuestro análisis.

“Las obras de Rafael están llenas de vida, de expresión y de filosofía, no busca los efectos puramente pintorescos en que tanto se han ocupado muchos pintores para seducir la vista”. (De Madrazo, J., 1835:217)

Introducción

En torno al siglo XV había surgido en Europa el movimiento cultural conocido como Renacimiento. Fue un periodo de transición entre la Edad Media y la Edad Moderna, cuando los imperios dominantes en Europa, las coronas de España, Francia e Inglaterra; competían por la hegemonía dinástica. En este siglo se produjeron grandes avances tecnológicos que permitieron a los imperios expandirse y fortalecer el comercio. La invención de la imprenta, el desarrollo de las técnicas de minería y la metalurgia o las nuevas rutas marítimas y comerciales fueron creciendo desde principios de siglo. El descubrimiento de América por parte de los españoles supuso la rotura de la concepción medieval del mundo, fundamentalmente con la teocéntrica.

El papel de la Iglesia Católica también se ve afectado por la opinión del hombre moderno que está más expuesto al indiferentismo religioso y al ateísmo materialista. Las grandes revelaciones del siglo XV, como las del Beato Amadeo de Portugal recogidas en *Apocalypsis Nova*, recayeron plenamente en la población del siglo XVI, que comenzó a considerar la religión algo privado que no caía bajo la jurisdicción del estado y ni siquiera de la Iglesia.

En el arte se deja de desempeñar funciones exclusivamente religiosas que se ven sustentadas por mecenazgos de ricos y comerciantes. Los artistas a su vez pasan del anonimato a ser valorados por su dimensión intelectual y en Italia se siguió manteniendo el liderazgo artístico sobre el resto de potencias europeas. Artistas como Leonardo Da Vinci, Miguel Ángel o Rafael Sanzio, desarrollaron técnicas que sirvieron como modelo al resto de autores europeos a lo largo de los siglos.

Sin embargo en muchas ocasiones, los mecenas de estos artistas fueron cargos religiosos como la Corte Papal, cardenales e incluso el mismo papa. Por este motivo los temas religiosos se restringían a lo que se les pedían, ya que si no podían ser castigados por cometer sacrilegio. El caso de Rafael no fue menos y en obras como *La Perla* o *La Virgen de la Rosa*, encargadas por obispos, Rafael limita aparentemente el contenido a pasajes bíblicos. Pero, ¿Cómo podemos saber que verdaderamente lo son? ¿Existe verdaderamente un pasaje bíblico donde se relate el encuentro del Niño Jesús y San Juanito? ¿Podrían ser reflejos del mundo infantil y familiar de la alta sociedad en el siglo XVI? La curiosidad encendida tras leer la novela *El*

maestro del Prado de Javier Sierra es lo que me ha llevado a realizar esta investigación. En esta novela se narran las historias escondidas tras grandes obras expuestas en el Museo del Prado y muchas de ellas, como las profanas referidas a las de Rafael, están muy bien argumentadas. Por lo que mi propósito final, es estudiar si es posible que estas historias profanas, relacionadas con Rafael y la Teoría de los dos niños Jesús, sean ciertas.

El Cinquecento en Italia

Corriente cultural en Florencia

El Renacimiento es un movimiento cultural originado en Europa en el siglo XIV, caracterizado por un renovado interés por el pasado grecorromano. Producido por una crisis de perfiles nítidos en todos los ámbitos, se transforman los valores hasta entonces establecidos por la sociedad medieval. Como describe Burckhardt⁶³:

El Renacimiento es una época de ruptura con el oscurantismo medieval, un período de renovación del arte y de las letras, de recuperación y de acercamiento a los clásicos, de restauración de la Antigüedad, de un uso novedoso de la razón en todos los campos del saber. (Burckhardt, 1992)

Estrechamente relacionado con el nacimiento de esta nueva corriente cultural está el neoplatonismo, el cual tiene su apogeo en este periodo. Ya no solo se trata de la penetración de esta corriente en el pensamiento, sino que la poesía y el arte se empapan directamente de su visión idealista y religiosa⁶⁴. Tal y como veremos luego, grandes artistas se basarán en estos principios para sus obras como Miguel Ángel, Tiziano o Rafael, además de figuras religiosas como fray Luis de León.

Dentro de las etapas del Renacimiento, el Cinquecento es del auge artístico italiano. En el siglo XVI Roma había reemplazado a Florencia como cuna del arte y arquitectura debido a sus problemas políticos. La inestabilidad del gobierno del dominico Jerónimo de Savonarola junto con la llegada de nuevas ideas, tanto científicas como heréticas, recayeron sobre la población florentina, provocando un escepticismo general acerca de la eficacia del sistema político y religioso del momento. Con todo esto, el interés por el saber y el arte se incrementó y numerosos nobles comenzaron a actuar como mecenas de artistas, entre ellos Rafael⁶⁵.

63 Jacob Burckhardt (1818-1897), historiador suizo de arte y cultura.

64 Alsina Clota, J., 1989, *El Neoplatonismo-Síntesis del espiritualismo antiguo*, Barcelona: Anthropos. Pág. 110.

65 Mackenney, R., 1996, *La Europa del Siglo XVI*, Madrid: AKAL. Pág. 277.

Rafael Sanzio

Rafael Sanzio (1438-1527) originario de Urbino, Italia, fue hijo del pintor Giovanni de Santi. Su primer maestro artístico fue Perugino, al que llegó a comparar con el propio Leonardo Da Vinci, y aunque no fuese a la escuela, toda su cultura la adquirió gracias a sus maestros y mecenas⁶⁶. A partir de 1504, durante su estancia en Florencia, comienza a adquirir un estilo más propio y asimila ciertas técnicas de Leonardo como: formas más nobles, la integración de las figuras en un grupo homogéneo, un *sfumato* discreto, un cierto misterio en el paisaje... Sustentado por su protectora Giovanna da Montefeltro, Rafael aprovechó este periodo para documentarse acerca de las ideas políticas, sociales y religiosas del momento, plasmándolas luego en sus cuadros⁶⁷.

En 1508 el Papa Julio II reclama sus servicios para decorar la *Stanza della Signatura* de los palacios apostólicos vaticanos⁶⁸. En ella Rafael pintó cuatro murales cuyo tema general es la justificación histórica del poder de la Iglesia Católica romana a través de la filosofía neoplatónica, como se aprecia en el exitoso fresco *Escuela de Atenas* donde se representan juntos filósofos y religiosos⁶⁹.

El éxito de Rafael fue creciendo y con el retrato titulado *El Cardenal*, su taller pronto se vio desbordado de encargos de pintura, diseño y arquitectura⁷⁰. Pero con la estancia de Rafael en el Vaticano, el tema religioso fue el predominante a lo largo de su carrera. Destacan sobre todo los temas principales de las Sagradas Familias y las *Madonnas*, iniciados ya en Florencia, que simbolizan el papel de la Virgen como mediadora o intercesora en la vida de Rafael. Estas escenas son muy diversas y variadas ya que las vírgenes aparecen tanto solas como acompañadas del Niño Jesús y San Juanito. Cabe destacar para nuestro estudio: *La Perla*, *La Virgen de la Rosa* y *la Virgen del Jilguero*.

Iglesia Católica

En el siglo XVI la Iglesia también sufrió los cambios de la transición de la Edad Media a la Edad Moderna. La Doctrina católica cada vez se alejaba

66 Pioján J., 2000, Renacimiento romano y veneciano siglo XVI, Escasa Calp S.A.: Madrid. Págs. 359-417.

67 Jestaz, B., 1984, El arte del renacimiento, Mezanod: Madrid. Págs. 102-103.

68 Antigua sala en la que se suscribían las actas pontificales.

69 Anexo 1.

70 Anexo 1.

más de la Iglesia ya que en esta época la riqueza material hizo que se produjera corrupción y relajación de las costumbres del clero, especialmente en las jerarquías más altas como el papado. La difusión de la Biblia gracias a la imprenta puso al alcance de todos la Palabra de Dios, hecho que provocó que la población adquiriese una opinión crítica con respecto a los dogmas y organización de la Iglesia⁷¹.

En Italia la figura del Papa comienza a ganar un gran poderío interviniendo en la política del país. De esta forma, la posición de éstos como pastores de la Iglesia se modifica a príncipes terrenales que se centran más en el gobierno que en la difusión del Bien. En el ámbito privado, los Papas se convierten en promotores del Renacimiento italiano y actúan como mecenas o protectores de los artistas⁷². Por ejemplo, los papas Julio II y León X actuaron como mecenas de Rafael a cambio de sus servicios.

Paralelamente, el lanzamiento de la obra *Apocalypsis Nova*, del Beato Amadeo de Portugal, supuso toda una revelación para la Iglesia Católica y población del siglo XVI⁷³. Su cuerpo relata la guerra entre los ángeles y su posterior caída, el significado de sus nombres, la creación, la vida de Cristo y María, así como los acontecimientos futuros referidos al gobierno en la Iglesia de un papa Angélico⁷⁴. Aunque lo verdaderamente significativo de esta obra fue la defensa de que los artífices de la fe cristiana fueron la Virgen María y Juan el Bautista. En el siglo XVI, con su llegada a Italia, la población se vio impactada ante tales declaraciones, provocando incluso la creación de un grupo secreto herético en Florencia que apoyaba esta visión del Beato Amadeo.

Por consiguiente, debido a todos estos cambios en el ámbito religioso, a partir del siglo XV ya se comienza a producir un importante alejamiento de la Iglesia. En el arte esto se aprecia por el marcado aumento de lo individual de cada artista y en un alejamiento negativo racionalista respecto a las conviccio-

71 Icarito, 2010, La crisis de la Iglesia.

72 Antonio Rivero, P., 2015, Siglo XVI Edad Moderna: Reforma de Lutero y Reforma Católica, Catholic.net.

73 “El Beato Amadeo de Portugal fue fraile franciscano, fundador de la reforma de los Amadeístas, y hermano de Beatriz de Silva, quien lo fue de las Concepcionistas. El papa Sixto IV lo tuvo como su confesor y heredero. Allí en Roma le fue encargada a su orden el monasterio de San Pietro in Montorio, donde tuvo lugar el dictado del arcángel Gabriel” Doménech García, S., 2009, La formación de la imagen de los siete príncipes. Descripción diacrónica, fuentes y hermenéutica, Revista de Emblemática y Cultura Visual. (Consultado el 07/02/2016)

74 Doménech García, S., 2009, La formación de la imagen de los siete príncipes. Descripción diacrónica, fuentes y hermenéutica, Revista de Emblemática y Cultura Visual. (Consultado el 07/02/2016)

nes y la conducta cotidiana vigentes entre sus contemporáneos⁷⁵. En otro orden, en las pinturas religiosas se comienza a priorizar la belleza por encima del mensaje y se acostumbra a representar escenas religiosas que no pertenecen a ningún pasaje bíblico.

Simbolismo pagano

Los dos niños Jesús

Las ideas establecidas en el Apocalypsis Nova del Beato Amadeo de Portugal, se han estado manteniendo a lo largo del tiempo. Tras varios intentos de evitar su difusión, hoy en día numerosos profesionales como el historiador Eduardo Fernández Guerrero continúan dedicándose a descifrar su alcance⁷⁶. Sin embargo ya en 1911 el filósofo austriaco Rudolf Steiner, después de analizar detalladamente las conjeturas del Beato Amadeo, aportó pruebas de la posible importancia del niño San Juanito. En las conferencias de Karlruhe, recogidas en su libro *De Jesús a Cristo*, resumió una teoría sobre la existencia de dos niños Jesús. Su síntesis la explica el libro *Los dos niños Jesús (Historia de una conspiración)* como:

En el comienzo de nuestra Era vivían en Belén y Nazaret dos hombres llamados José. Ambos estaban casados con sendas mujeres de nombre María. La María de Nazaret es un ser puro y virginal; la otra María de Belén lleva en sí toda la herencia de un antiguo y doloroso pasado. Los dos José descienden de David; el de Belén por la línea que pasa por Salomón. El José de Nazaret por la línea sacerdotal que desciende del hijo de David, llamada Natán. (Guidicissi, R. & García Polo, M., 1987: 25)

La simple aclaración de Steiner de por qué esta teoría debería tenerse en consideración, podría parecer descabellada. Aparentemente un cuerpo carnal no podría haber albergado el espíritu de Cristo de una forma natural y sencilla, por lo que estas dos familias habrían sido elegidas para tener dos hijos, en periodos de tiempo cercanos, que se transformarían finalmente en uno solo⁷⁷.

75 Wackernagel, M., 1997, *El medio artístico en la Florencia del Renacimiento*, Madrid: Akal. Pág. 340.

76 Fernández Guerrero, E., 2015, 'A New Revelation for a New Church': *The Apocalypsis Nova and the Power of Prophecy*, Universidad de Tübingen.

77 La justificación de la existencia de estos niños con dos almas diferentes la explican García, J., & González, C. como: "El impulso que se dio a la Humanidad con el advenimiento de Cristo tenía que realizarse de manera especial. Esto hizo necesario que se unieran todos los conocimientos e impulsos espirituales dados anteriormente a la Humanidad en el cuerpo del ser que iba a albergar a Cristo; pero además se necesitaba toda la inocencia que existía en los seres humanos antes de la caída." García, J., & González, C., *Jesús y Cristo (Historia oculta de una Misión Divina)*, Madrid: Creación. Pág. 63.

Con el análisis de los evangelios canónicos y apócrifos, Steiner expuso que el primer niño fue el descendiente de la línea salomónica, adorado por los Reyes Magos. “La individualidad presente en el niño Jesús salomónico no es otra que la de Zaratustra” (Steiner, R., 1984:128) que finalmente termina introduciendo todos los atributos de sabiduría que este niño requería para ser el Hijo de Cristo⁷⁸. Por otro lado, el segundo Jesús, era descendiente de la línea sacerdotal de Natán y fue alabado por los pastores. Su posición en la formación del Hijo de Dios en la Tierra se basaba en adquirir los conocimientos más humanos desde la inocencia y la bondad.

En tal caso, ambas familias tuvieron contacto durante el crecimiento de los dos niños Jesús, puesto que vivían en Nazaret, y la unión de ambas almas habría tenido lugar en el Templo de Jerusalén doce años después de sus nacimientos. Pero la relación que encontramos entre esta teoría y la defensa que hace el Beato Amadeo sobre la importante posición de San Juanito, no es otra que la figura de un segundo niño que creció adquiriendo los conocimientos espirituales de Dios. En la Biblia el personaje de Juan Bautista representa la divulgación de la Palabra de Dios pero no hay existencia de una escena bíblica donde aparezca con Jesús siendo niños. Por tanto suponemos que la defensa de San Juanito por parte del Beato Amadeo no está referida a la figura Juan Bautista sino a su labor espiritual, es decir, como el segundo niño Jesús que posee el conocimiento de Cristo. De esta forma, el Beato Amadeo podría haber resguardado su teoría de un segundo niño Jesús bajo el nombre de otro personaje bíblico como Juan Bautista, librándose así de la Inquisición que tan activa estaba en el siglo XV.

A causa de esto, decidimos analizar algunos los evangelios canónicos y apócrifos en los que se describa la concepción y nacimiento de Jesús, comprobando así hasta qué punto discrepan los sucesos entre ellos.

Evangelios canónicos

La RAE explica que son “cada uno de los cuatro libros que contiene el relato de la vida y mensaje de Jesucristo”. Estos cuatro libros, recogidos en el Nuevo Testamento de la Biblia, son los escritos por los apóstoles San Mateo, San Marcos, San Lucas y San Juan. Entre estos evangelios, únicamente se narra el nacimiento de Jesús en los de San Lucas y San Mateo.

Ahora bien, ambos evangelios presentan incongruencias que impiden obtener una perspectiva completa de la concepción y nacimiento de Jesús. En primer lugar en ambos casos José es descendiente de David, solo que en San Lucas es del linaje sacerdotal de Natán (Lc 1, 27) y en San Mateo pertenece a

78 Zaratrustra: profeta persa fundador del mazdeísmo.

la línea real de Salomón (Mt 1, 6). Según de qué evangelio se trate, la anunciación de la llegada del Mesías también es diferente puesto que en San Lucas se le presenta el ángel Gabriel a María (Lc 1, 26-38) y en San Mateo es José a quien en un sueño se lo revela un ángel (Mt 1, 18-25). El origen de la relación de esta pareja no se precisa y en San Lucas solo se nombra que la Virgen y José ya se conocían cuando inician un viaje desde Nazaret hasta Belén para empadronarse (Lc 2, 1-5). En San Mateo, por el contrario, José “no la conoció hasta que dio a luz a su hijo primogénito” (Mt 1, 25). En la misma línea, el nacimiento de Jesús está difuso entre si fue en un pesebre, como San Lucas (Lc 2, 7), o en una casa (Mt 2,11). Además su elogio lo realizan en ambos casos, distintos personajes (los Reyes Magos o los pastores) tal y como lo describe Steiner.

Por otra parte, dependiendo de qué evangelio se trate, se comienza a introducir la figura de Juan Bautista teniendo éste diferente edad. Por ejemplo en San Lucas se narra la bendición del Señor a su madre Isabel, prima de María, que en un principio no podía tener hijos por su avanzada edad y esterilidad (Lc 1, 5-25). Su salto de alegría en el vientre de su madre durante la visita que le hace María a Isabel (Lc 1, 39-56), es el primer indicador de la importancia que tomará este personaje en el desarrollo del Nuevo Testamento. En cambio, el evangelio de San Mateo relata la primera aparición de ambos siendo éstos adultos, cuando Juan Bautista se encontraba en el Jordán bautizando a la gente y aparece Jesús (Mt 3, 1-17). De este modo, en la historia de la Biblia no existe ninguna escena donde San Juanito y Jesús se encuentren siendo niños.

Evangelios apócrifos

Los evangelios apócrifos, dotados del siglo II d.C., son los libros que recogieron las tradiciones orales, sin fundamentos históricos, relacionados con la vida y enseñanzas de Jesús. Estos evangelios fueron rechazados oficialmente por la Iglesia en el siglo XVI ya que no reconocían ni el origen ni la autoridad apostólica, pero no se deben descartar como fuentes de información igualmente verídicas.

Así que, pasando a analizar la misma concepción y nacimiento de Jesús que se relataba en los evangelios canónicos, en algunos apócrifos encontramos más detalles de los hechos. En el más importante para nuestro estudio, el Protoevangelio de Santiago, se narra que la Virgen María era una bendición del Señor al matrimonio nazareno formado por Joaquín y Ana⁷⁹. A los 16 años, le asignan un marido elegido por una señal del Señor y al elegido, José, se le des-

79 Micha, A., 1993, Los evangelios de la infancia de Cristo: La vida oculta de Jesús niño a la luz de los escritos apócrifos, Madrid: Iberica Grafic, S.L. Págs. 23-29.

cribe como un hombre viejo y viudo con hijos, que se preocupa de no estar a la altura de las expectativas del pueblo de Israel⁸⁰.

Para la anunciación de la llegada del Mesías, a María se le aparece un ángel, al igual que sucede en el evangelio de San Lucas (Protoevangelio de Santiago, XI. 2.), y la reacción de José es como se narra el evangelio de San Mateo, ya que ante su pensamiento de repudiarla en secreto se le aparece también en sueños un ángel (Protoevangelio de Santiago, XIV. 2.).

De esta manera, el Protoevangelio de Santiago podría ser el eslabón perdido de los dos evangelios canónicos. Es decir, en primer lugar se respalda la anunciación de la Virgen por el ángel Gabriel y además luego, José es advertido en sueños por otro ángel de la llegada del Mesías. No obstante, la procedencia de ambos sigue siendo imprecisa y solo se nombra el viaje hacia Belén para empadronarse, sin especificar la salida. En esta misma línea, otro problema sin resolver que se plantea es el origen de José y María. El evangelio de San Lucas relata que José era descendiente de David y de María no se especifica ningún detalle, haciendo así parecer insignificante su origen. Sin embargo, en el Protoevangelio esto es muy diferente ya que es María la importante por ser una bendecida del Señor y José es un simple afortunado viudo de Jerusalén.

De todos modos, continuando con el nacimiento de Jesús, en este Protoevangelio de Santiago se produce la mayor diferencia con respecto a los evangelios canónicos del posible lugar donde ocurre, siendo éste una gruta de una zona desértica cercana a Belén. Es más, este Protoevangelio ofrece otro detalle acerca del alumbramiento del Hijo de Dios que hasta entonces no se había nombrado: “una iluminación divina colmó la gruta durante el nacimiento de éste” (Protoevangelio de Santiago XIX, 2). Estas particularidades no se nombran en ninguno de los evangelios canónicos, ya que para empezar en éstos Jesús nacía en un sitio cubierto. Sin embargo, esta narración del Protoevangelio sí es secundada por el Evangelio Árabe de la Infancia⁸¹. Posteriormente, en ambos evangelios apócrifos, el niño es alabado por los Reyes Magos

80 Joaquín y Ana eran un matrimonio rico de Israel a los que, ante su dificultad para procrear, se les aparece un ángel anunciando la llegada de una criatura bendecida por el Señor. María, su hija, creció en el Templo de Jerusalén y llevó una vida dedicada al culto del Señor. Una vez hubo crecido, la asignación de marido de María tenía una gran importancia para no mancillar su imagen virginal. Por ello, al Sumo Sacerdote Zacarías se le presentó un ángel ordenándole que reuniese a todos los viudos del pueblo, los cuales tendrían que llevar consigo una vara. Sobre la elegida, el Señor mostraría un signo divino iluminándola y su poseedor sería el esposo de la Virgen, que en este caso fue José.

81 “Y he aquí que estaba llena (la gruta) de luces más bellas que el brillo de lámparas y candelabros, más intensas que la claridad del Sol” (Evangelio árabe de la Infancia III, 1). Micha, A., 1993, Los evangelios de la infancia de Cristo: La vida oculta de Jesús niño a la luz de los escritos apócrifos, Madrid: Iberica Gráfico, S.L. Pág. 110.

que en un principio son enviados por Herodes para averiguar donde se hallaba el Hijo de Dios, pero que luego rehúyen de sus órdenes y se vuelven a su país de origen.

Tal y como exponía Steiner, después de organizar la información, podríamos sospechar que los hechos relatados en estos evangelios deberían de pertenecer a dos familias distintas⁸². Por un lado existieron dos José que pertenecían a linajes distintos de la casa de David, la procedencia estuvo entre Belén y Nazaret y el nacimiento de Jesús se pudo producir en un sitio cerrado, como un pesebre o una casa, o en uno abierto, la gruta. Las diferencias de los hechos son demasiado dispares como para tratarse de errores en la transmisión oral a lo largo de los años y en los evangelios apócrifos tampoco se certifica la existencia de ningún encuentro de San Juanito y el Niño Jesús. Por lo que tras este exhaustivo análisis de los relatos, comprobamos que esta teoría de la existencia de dos niños Jesús podría considerarse como posible.

Sagradas familias y Madonnas

Para el estudio de un cuadro es necesario relacionar su cuerpo y su contexto histórico de tal forma que así podamos entender todo su significado. El método iconográfico-iconológico de 1939 del historiador alemán Erwin Panofsky (1892-1968), se basaba precisamente en esta relación, cuyo autor explicaba como: “Así entiendo yo la iconología, como una iconografía que se hubiera vuelto interpretativa, y que por tanto se ha convertido en parte integrante del estudio del arte”⁸³. De esta manera, la iconología se basa en un correcto análisis iconográfico y asimismo de las imágenes, historias y alegorías del cuadro. En las siguientes obras empleamos este método para ver hasta qué punto, dependiendo del año y de la persona que encargaba el cuadro, Rafael pudo haber representado esta teoría de los niños Jesús.



Imagen 17: La Perla

⁸²Anexo 2.

⁸³ Panofsky, E., 1979, El significado de las artes visuales, Madrid. Alianza. Pág. 51.

Empezando por su cuadro titulado *La Perla* (imagen 1), fue encargado por el conde Ludovico de Canosa hacia 1518 y en él se representa en estructura piramidal a la Virgen con el Niño, Isabel y San Juanito. Sabemos que se trata de una escena religiosa por las auras que acompañan a ambas mujeres, siendo María la más joven e Isabel la mujer de avanzada edad. Las características de estas mujeres concuerdan con los datos detallados en el evangelio de San Lucas y en el Protoevangelio de Santiago ya que, en ellos María es una joven que representa la pureza, simbolizada en este cuadro por la luz que recae sobre su piel; e Isabel es su prima mayor a la que rodea con el brazo en señal de cercanía. Los dos niños que aparecen en la imagen son Jesús y San Juanito, el hijo bendecido de Isabel, que lo diferenciamos gracias a la capa de piel que porta. Ambos niños, que se rozan las manos mutuamente, aparentan tener la misma edad y además, profundizando en el análisis iconográfico, su parentesco es muy cercano. El contraste de colores claros sobre un fondo oscuro evidencia la influencia de Leonardo sobre la pintura de Rafael.

Como ya hemos expuesto anteriormente, no existe ninguna escena bíblica donde tenga lugar este encuentro y, aun así, Rafael la representó tal y como la vemos. El conde que encargó el cuadro, el conde Ludovico de Canosa, fue nombrado obispo de Bayeux en 1517 y participó en el Concilio de Letrán V de 1517. Este concilio ecuménico de la Iglesia Católica tenía, entre sus objetivos, el deseo de poner coto a las herejías⁸⁴. Por tanto, este contratante tuvo acceso



Imagen 18: *La Virgen de la Rosa*

a las ideas heréticas que circulaban en la época, entre las que podían encontrarse las del Beato Amadeo. En estos años, Rafael ya había estado en Florencia y se había relacionado con su sociedad más alta, como su mecenas Giovanna da Montefeltro. Con esto, podríamos suponer que el tema de este particular encargo estuvo premeditado entre el conde Ludovico de Canosa y Rafael, conocedores ambos de la obra *Apocalypsis Nova*.

Continuando con la obra *La Virgen de la Rosa* (imagen 2),

84 Paredes Alonso, F., 1999, *Diccionario de los Papas y Concilios. Volumen V: Concilios y Apéndices*, Barcelona: Ariel. Págs. 150-157.

datada en 1518 y cuyo contratante es desconocido, Rafael representa a la Sagrada Familia con San Juanito y una rosa tumbada. De nuevo, la Virgen, Jesús y San Juanito vienen acompañados de un aura y los dos niños se parecen mucho. En este caso, la diferencia entre ambos es la cruz a la que está agarrado San Juanito, que simboliza la labor que tiene en la transmisión de la palabra de Dios. Sin embargo, la inquietud que despierta este cuadro es advertir que el pequeño San Juanito no se encuentra con su madre Isabel. Después del encargo del conde Ludovico de Canosa, las ideas del Beato Amadeo podrían verse reproducidas de nuevo en este cuadro de Rafael ya que las figuras iluminadas (la Virgen y ambos niños) son las que aparentemente desempeñaron un importante papel en el Nuevo Testamento. Además comparando este cuadro con *La Perla*, estos personajes se estructuran de igual manera ya que estando Jesús en el regazo de la Virgen, le roza la mano a San Juanito.

La última obra que analizamos para ver la evolución de las ideas de Rafael es la *Virgen del Jilguero* (imagen 3), perteneciente a sus primeras Madonnas. Datada en 1506, fue un regalo de bodas a su amigo Lorenzo Nasi. En aquel año Rafael vivía en Florencia y el tratamiento atmosférico del paisaje de fondo demuestra una clara influencia leonardesca. Por el contrario que en las dos obras anteriores, en este caso los dos niños aparentan tener distinta edad, siendo San Juanito el mayor. Aun así su disposición sigue siendo igual, ya que el Niño Jesús se mantiene en el regazo de su Madre y roza con las manos a San Juanito, quien sujeta un jilguero.



Imagen 19: La Virgen del Jilguero.

En general, esta obra fue de las primeras de una serie de reproducciones de la Virgen con el Niño y San Juanito. Su mecenas en este momento, la duquesa Giovanna da Montefeltro, era la esposa de Giovanni della Rovere, hermano del papa Julio II. La cercanía de esta duquesa con el ambiente religioso pudo haberle puesto al tanto de las ideas del Beato Amadeo, que podría haber transmitido a su protegido Rafael. El escepticismo de Rafael acerca de esta teoría se reflejaría en representar todavía al Niño Jesús y a San Juanito como dos niños diferentes cuyo único parentesco es el

de primos. Claro que esto, como se ha visto en las obras anteriores, fue evolucionando hasta representarlos idénticamente.

Conclusiones

El objetivo de esta monografía era ver la influencia de ciertas ideas heréticas que inquietaban a la sociedad florentina del siglo XVI reflejadas en algunos cuadros de Rafael. Sin embargo, hemos logrado llegar más allá y, relacionando la postura del Beato Amadeo con el planteamiento de la teoría de los dos niños Jesús de Rudolf Steiner, hemos hallado un posible significado al parentesco de San Juanito y el Niño Jesús en los cuadros de Rafael escogidos.

Un largo proceso de análisis de los evangelios canónicos y apócrifos nos ha servido para comprobar que ciertos aspectos de la teoría de los dos niños Jesús podrían ser ciertos. Por ejemplo, que el linaje de José varíe o que el lugar de nacimiento del Mesías no concuerde en cada evangelio, son algunas de estas incongruencias que pueden explicarse con esta teoría. No obstante, muchos otros aspectos, como el hecho de que dos almas se unan en un mismo ser, quedan aún en duda y no por ello debe considerarse esta teoría como totalmente cierta.

A pesar de ello, Rafael podría igualmente haber reflejado sus pensamientos sobre esta teoría en sus cuadros, haciendo cada vez más parecidos al Niño Jesús y al supuesto San Juanito. La mecenas Giovanna da Montefeltro o el contratista conde Ludovico de Canosa fueron personajes representativos que influyeron en la sociedad de la época y tuvieron una estrecha relación con el ambiente religioso. Esta cercanía es lo que les pudo llevar a conocer la obra *Apocalypsis Nova* del Beato Amadeo y por consiguiente, durante su trato con Rafael, haberle transmitido sus inquietudes y conjeturas acerca de esta teoría de los dos niños Jesús. Es por ello por lo que estos cuadros escogidos, *La Virgen del Jilguero*, *La Perla* y *la Virgen de la Rosa*, podrían ser el reflejo que Rafael hace sobre las ideas heréticas, parece ser que generalizadas, entre la alta sociedad florentina del siglo XVI.

En definitiva, esta monografía recoge una pequeña parte de la vida de uno de los artistas que mejor supo transmitir sus inquietudes religiosas y las de toda una sociedad, en una sutil y delicada perfección.

Aquí yace aquel famoso Rafael del cual la naturaleza temió ser conquistada mientras él vivió, y cuando murió, creyó morir juntos. (Epitafio por Bembo, P., 1520)

Bibliografía, imágenes y webgrafía

Artículos

- Antonio Rivero, P., 2015, Siglo XVI Edad Moderna: Reforma de Lutero y Reforma Católica, Catholic.net. Recuperado de: <http://es.catholic.net> (Consultado el 13/12/2015)
- Doménech García, S., 2009, La formación de la imagen de los siete príncipes. Descripción diacrónica, fuentes y hermenéutica, Revista de Emblemática y Cultura Visual. Recuperado de: dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3765209 (Consultado el 07/02/2016)
- Fernández Guerrero, E., 2015, 'A New Revelation for a New Church': The Apocalypse Nova and the Power of Prophecy, Universidad de Tübingen. Recuperado de: https://www.academia.edu/11838836/A_New_Revelation_for_a_New_Church_The_Apocalypse_Nova_and_the_Power_of_Prophecy (Consultado el 09/02/2016)

Imágenes

- A. Imagen 1. Sanzio, R., 1518, Sagrada Familia o La Perla, Museo del Prado, Madrid. Recuperada de: http://www.gabitos.com/EL_UNIVERSO_DE_LA_HISTORIA/template.php?nm=1378800909 (Consultado el 01/02/2016)
- B. Imagen 2. Sanzio, R., 1520, La Virgen de la Rosa, Museo del Prado, Madrid. Recuperado de: <http://www.sonbuenasnoticias.com/destacado/el-museo-del-prado-deslumbra-en-australia/attachment/exhi020243/> (Consultado el 01/02/2016)
- C. Imagen 3. Sanzio, R., 1506, La virgen del Jilguero, Galería Uffizi, Florencia. Recuperado de: <http://historiarrc.blogspot.com.es/2013/02/la-madonna-del-jilguero-de-rafael.html> (Consultado el 01/02/2016)

Libros

- Alsina Clota, J., 1989, El Neoplatonismo-Síntesis del espiritualismo antiguo, Barcelona: Anthropos. Pág. 110.
- De Madrazo, J., 1835, Pintura. La Sacra Familia. Por Rafael de Urbino, El Artista, tomo 1, nº19, pág. 217.
- García, J., & González, C., Jesús y Cristo (Historia oculta de una Misión Divina), Madrid: Creación. Pág. 63.
- Guidicissi, R., & García Polo, M., 1987, Los dos niños Jesús (Historia de una conspiración), Madrid: Muñoz Moya y Montraveta. Pág. 25.
- Jestaz, B., 1984, El arte del renacimiento, Mezanod: Madrid. Págs. 102-103.
- Mackenney, R., 1996, La Europa del Siglo XVI, Madrid: AKAL. Pág. 277.

- Micha, A., 1993, Los evangelios de la infancia de Cristo: La vida oculta de Jesús niño a la luz de los escritos apócrifos, Madrid: Iberica Grafic, S.L. Págs. 23-29.
- Panofsky, E., 1979, El significado de las artes visuales, Madrid. Alianza. Pág. 51.
- Paredes Alonso, F., 1999, Diccionario de los Papas y Concilios. Volumen V: Concilios y Apéndices, Barcelona: Ariel. Págs. 150-157.
- Pioján J., 2000, Renacimiento romano y veneciano siglo XVI, Escasa Calpa S.A.: Madrid. Págs. 359-417.
- Steiner, R., 1984, De Jesús a Cristo, Buenos Aires: Editorial KIER S.A. Pág. 128.
- Wackernagel, M., 1997, El medio artístico en la Florencia del Renacimiento, Madrid: Akal. Pág. 340.

Webgrafía

- Arte en España, 2001, Arte del Renacimiento en Europa, Arteguias de la Gama S.L. Recuperado de: <http://www.arteespana.com/renacimiento.htm> (Consultado el 14/11/2015)
- Artehistoria proyectos digitales, 2015, Leonardo Da Vinci, Madrid. Recuperado de: <http://www.artehistoria.com/v2/personajes/2516.htm> (Consultado el 21/11/15)
- Escuelapedia, 2015, Fases del renacimiento italiano. Recuperado de: <http://www.escuelapedia.com/fases-del-renacimiento-italiano/> (Consultado el 21/11/2015)
- Icarito, 2010, La crisis de la Iglesia. Recuperado de: <http://www.icarito.cl/enciclopedia/>(Consultado el 13/12/15)

Anexo 1



Imagen 20: Sanzio, R., 1510-1511, Escuela de Atenas, Museos Vaticanos, Roma. Recuperado de: <http://blogs.ua.es/clasicismoitaliano/2014/12/01/la-escuela-de-atenas-rafael/> (Consultado el 12/12/15)

En esta obra de Rafael Sanzio observamos en el centro a Platón y Aristóteles (respectivamente de izquierda a derecha) representando la unión de dos tendencias filosóficas opuestas: método ideológico y método científico. Además según ciertos historiadores podemos observar en el lado inferior izquierdo hasta tres representaciones de Jesús en distintas etapas de su vida: el bebé, el niño de detrás del filósofo de azul y el adulto de blanco.



Imagen 21. Sanzio, R., 1510, El Cardenal, Museo del Prado, Madrid. Recuperado de: <http://www.artehistoria.com/v2/obras/672.htm> (Consultado el 13/12/2015)

Este particular retrato es atribuido a uno de los personajes más poderosos de la Corte Vaticana de la época, aunque no se conoce exactamente su identidad. Destaca el delicado estilo de Rafael con el color rojo del capelo que realza la suave carnación de las manos y rostro.

Anexo 2

Ordenación de las ideas de los evangelios apócrifos y canónicos

Tabla 1. Sucesión de los hechos según cada evangelio			
Hechos	Evangelio de San Lucas	Evangelio de San Mateo	Protoevangelio de Santiago
Genealogía	María → Desconocida José → Descendiente de Natán, de la casa de David	María → Desconocida José → Descendiente de Salomón, de la casa de David	María → Bendecida por el Señor José → Viudo y con hijos, descendiente de la casa de David
Procedencia	Nazaret	Belén	Nazaret
Anunciación del Mesías	A María, el ángel Gabriel	A José, un ángel en sueños	A ambos, a María el ángel Gabriel y a José en sueños.
Nacimiento de Jesús	En un pesebre de Belén durante su viaje a empadronarse	En una casa de Belén	En una gruta de una zona desértica cercana a Belén, de camino a empadronarse. Se produce una iluminación divina.
Adoradores	Pastores, guiados por un ángel	Reyes Magos, enviados por Herodes	Reyes Magos, enviados por Herodes

¿En qué medida afecta al crecimiento de *Phaseolus vulgaris*, en términos de longitud del tallo, la aplicación de soluciones de distinta concentración de cobre y de distintos métodos de cultivo?

Nicolás Olalde Hightower



Resumen

A lo largo de los años la producción agraria ha sido potenciada mediante la aplicación de sustancias químicas como fungicidas, en la protección de cultivos, o fertilizantes, para su mejor y más rápido desarrollo. Ante el desconocimiento humano de sus efectos adversos, la aplicación de dichas sustancias ha propiciado la acumulación de metales pesados, contenidos en ellas, en suelos y aguas de las zonas de cultivo en que se han empleado.

El objetivo de este estudio es averiguar si la acumulación de metales pesados tiene un efecto notable en el crecimiento de las plantas desarrolladas en zonas de cultivo, ya sea favorable o adverso, y si existe una diferencia en este crecimiento según tenga lugar en cultivos en suelo o agua, llegando a la pregunta de investigación: ¿En qué medida afecta al crecimiento de *Phaseolus vulgaris*, en términos de longitud del tallo, la aplicación de soluciones de distinta concentración de cobre y de distintos métodos de cultivo?

Observamos los efectos de la aplicación de soluciones de diferentes concentraciones de cobre, introducido como sulfato de cobre, en el crecimiento de *Phaseolus vulgaris*, cuyos ejemplares dividimos en cinco grupos según la cantidad de cobre añadida, de 0, 25, 50, 75 y 100 gramos de sulfato de cobre por litro. Para observar, además, las diferencias en el crecimiento según el me-

dio de crecimiento, suelo o agua, empleamos sistemas de cultivo en suelo y de cultivo hidropónico. Registramos el crecimiento en el transcurso de tres semanas.

Los resultados muestran la inhibición del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* como resultado del exceso de cobre, que va en aumento a medida que lo hacen sus concentraciones, además de una leve mejora del crecimiento de aquellos grupos en cultivo hidropónico frente a aquellos en cultivos en suelo, manteniéndose sin embargo los efectos perjudiciales del cobre en exceso.

1. Introducción

La elección de un tema de investigación me llevó al ámbito de la Biología Vegetal, por la que siempre he tenido cierta predisposición. Encontré un artículo en que se exponía el análisis de la alteración de áreas de cultivo debido a la actividad humana, cosa que me interesó y en que decidí centrarme.⁸⁵

En dicho artículo, se describía cómo, hasta finales del siglo XX, tuvo lugar la destrucción de suelos de gran potencial agrícola ante una acumulación desmedida del cobre, por acción humana.

La acumulación de cobre comenzó a darse de manera elevada desde 1907 y se prolongó a lo largo del siglo XX, teniendo lugar en todas partes del mundo, desde los cultivos vitivinícolas de Italia y Francia, hasta los cultivos de bananos de Costa Rica y los sembrados cítricos de Florida, siendo la principal causa de dicha acumulación la aplicación excesiva de fungicidas y fertilizantes cúpricos, entre los que destacaba el uso del caldo bordelés.⁸⁶

Si bien el cobre tiene una serie de funciones vitales en el metabolismo vegetal, tales como la regulación del transporte electro-fotosintético o la formación de lignina para la conformación de la pared celular, tanto su exceso como su defecto pueden tener efectos devastadores sobre las plantas.⁸⁷ Un exceso de cobre tiene lugar en cantidades mayores de 300 mg y entre sus principales efectos destaca la afección al desarrollo de la raíz, provocándole un cre-

85 Cordero, A. y Ramírez, G. F. (1979) "Acumulamiento de cobre en los suelos del pacifico sur de costa rica y sus efectos detrimentales en la agricultura." En Revista Agronomía Costarricense Volumen 3, N° 1, 1979. Pp. 63-67. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v03n01_063.pdf

86 El caldo bordelés -una combinación de sulfato de cobre, lima y agua- es un efectivo fungicida y bactericida que ha sido empleado durante décadas para controlar enfermedades en árboles frutales. Broome, J.C. y Donaldson, D.R.(2016) "Bordeaux Mixture" *Universidad de California: Agricultura y Recursos Naturales*. En línea. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pnbordeauxmixture.pdf>

87 Autor desconocido (2012) "Micronutrientes: Propiedades Y Funciones Del Cobre En Las Plantas" en Flor de Planta: Plantas, flores, árboles, paisajismo y decoración de jardines. En línea. Disponible en: <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>

cimiento lateral excesivo, además de propiciar una competición con la absorción de hierro y, en ocasiones, de molibdeno o zinc.⁸⁸

Los nuevos cultivos que, al comienzo de su crecimiento, pueden tornarse más verdes de lo normal, más tarde presentarán síntomas de deficiencia de hierro o quizá de otros micronutrientes, reduciendo la ramificación y finalmente provocar el deterioro de la planta.

En el artículo anterior también se menciona la formación de lixiviados que terminan, tras fomentar la captación de los altos niveles de cobre que transportan por el sustrato, depositándose en ríos. Me pareció interesante no limitar la observación de estos aumentos del metal a aquellas plantas arraigadas en el sustrato, sino ser capaces de observar su captación en plantas cuya obtención de nutrientes se diera a partir del agua.

La importancia de esta investigación radica en la demostración de los efectos adversos de productos teóricamente favorables a cultivos, si aplicados en exceso. Entre estos efectos, además de la inhibición del crecimiento de cultivos, que potencialmente podría dar lugar a una falta de alimentos, podría darse un proceso de bioacumulación del cobre en el ser humano, de ser consumidos estos cultivos por ganado para el posterior consumo humano o de manera directa por una población.

2. Hipótesis

Las cantidades de cobre empleadas en la obtención de datos de este experimento son muy elevadas, muy por encima de las cantidades generalmente necesarias para el desarrollo óptimo de una planta, normalmente encontradas en torno a los microgramos.

Para observar si este aumento de las cantidades de cobre afectará al desarrollo de *Phaseolus vulgaris* pueden establecerse como hipótesis nula e hipótesis alternativa:

- I. H0: “La aplicación de soluciones de diferentes concentraciones de Cu²⁺ a ejemplares de *Phaseolus vulgaris* no afectará de manera directa a su crecimiento, medido en función de la longitud del tallo.”
- II. H1: “La aplicación de soluciones de diferentes concentraciones de Cu²⁺ a ejemplares de *Phaseolus vulgaris* afectará de manera directa a su crecimiento, medido en función de la longitud del tallo.”

⁸⁸Autor desconocido (2016) “Propiedades químicas del cobre; Efectos del Cobre sobre la salud; Efectos ambientales del Cobre” de *Lenntech BV*. En línea. Disponible en: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>

En caso de cumplirse la hipótesis alternativa, la aplicación de estas soluciones puede tener efectos positivos o negativos en el crecimiento; en función del efecto que tenga sobre los ejemplares estudiados podremos establecer si un aumento en los niveles de cobre a los que se expongan llevará a una situación de toxicidad o no y, por ende, a la inhibición o el incremento de su crecimiento.

El cultivo hidropónico frente al cultivo en suelo tiene una serie de ventajas, entre las que destaca la posibilidad de un control preciso de la nutrición de las plantas, ya que tiene lugar la elaboración propia de una solución nutritiva de la que obtienen las sustancias necesarias para su crecimiento.⁸⁹ Se llega de esta manera a una situación que el cultivo hidropónico favorece un mayor rendimiento y una mejora cualitativa de los ejemplares tratados. Por tanto, se pueden establecer como hipótesis nula e hipótesis alternativa:

- I. H0: “La aplicación de diferentes métodos de cultivo, hidropónico y en suelo, de ejemplares de *Phaseolus vulgaris* no afectará de manera directa a su crecimiento, medido en función de la longitud del tallo.”
- II. H1: “La aplicación de diferentes métodos de cultivo, hidropónico y en suelo, de ejemplares de *Phaseolus vulgaris* afectará de manera directa a su crecimiento, medido en función de la longitud del tallo.”

En caso de cumplirse la hipótesis alternativa, se podrá observar cuál de los dos métodos de cultivo, en suelo e hidropónico, será el que ofrezca una ventaja en el crecimiento de los ejemplares en los que se emplee, frente al resto de métodos de cultivo.

3. Materiales, definición de variables del método y procedimiento

3.1 Materiales

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - Semillas de <i>Phaseolus vulgaris</i> (x60) | Compuestos químicos Panreac: |
| - Contenedores de plástico de 5x5x25 (x5) | - KNO ₃ |
| - Recipientes de plástico (x60) | - Ca(NO ₃) ₂ |
| - Balanza digital (±0.001g.) | - Mg(SO ₄) |
| - Tierra de cultivo (5dm ³) | - Fe EDTA |
| - Agua destilada (5dm ³) | - H ₃ BO ₃ |

⁸⁹Favela Chávez, E.; Preciado Rangel, P. y Benavides Mendoza, A. (2006) “Manual para la preparación de soluciones nutritivas” en *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: Departamento de Horticultura*. México. ISBN 96-8844-051-5.

- | | |
|--------------------------------|--|
| - Cuerda de 50cm. | - ZnSO ₄ |
| - Regla de 50cm. (±0.1cm.) | - KH ₂ PO ₄ |
| - Grava (5dm ³) | - NH ₄ H ₂ PO ₄ |
| - Jeringuilla (±0.1mL.) | - Mn(SO ₄) |
| - Contenedores herméticos (x5) | - Cu(SO ₄) |

La preparación de un procedimiento experimental es muy importante, pues en el crecimiento de un ser vivo, como es el caso de *Phaseolus vulgaris*, puede ser condicionado de forma no intencionada por una gran variedad de factores.

Por ello se definieron las principales variables: dependientes, independientes y controladas.

3.2 Variables independientes

Método de cultivo de los ejemplares, en suelo o hidroponía.

Para comparar el crecimiento de ejemplares de *Phaseolus vulgaris* según su método de cultivo surgen dos cuestiones que resolver, relacionadas esencialmente con la idea de que, a diferencia del cultivo en suelo, en la hidroponía las plantas consiguen la absorción de nutrientes esenciales mediante el contacto directo de sus raíces con una solución nutritiva concreta de elaboración previa.

Por ello, antes del comienzo del experimento y de la separación de las muestras según el método de cultivo a emplear, ha de darse un periodo de germinación y crecimiento similar en todas ellas, para dar lugar a un desarrollo de raíces con la suficiente capacidad de captación de nutrientes de la solución nutritiva.

Ha de tenerse en cuenta que, de añadir las soluciones de cobre en un momento previo a la germinación, esta podría ser inhibida, por lo que se acentúa la importancia de un período de cultivo previo.

Por otra parte, ha de prepararse la solución nutritiva ya mencionada. Dado que el fin de la experimentación es la comparación entre ambos medios, los componentes de la solución han de prepararse de manera que su contenido en nutrientes sea lo más similar posible al del suelo que se vaya a emplear en el resto de ejemplares.⁹⁰

90 Favela Chávez, E.; Preciado Rangel, P. y Benavides Mendoza, A. (2006) "Manual para la preparación de soluciones nutritivas" en Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: Departamento de Horticultura. México. ISBN 96-8844-051-5.

Tabla 1: Composición química de la solución nutritiva empleada.⁹¹

Compuesto químico	Cantidad empleada (± 0.001 g.)
K(NO ₃)	0.356
Ca(NO ₃) ₂	0.656
Mg(SO ₄)	0.490
Fe EDTA	0.003
H ₃ BO ₃	0.003
Zn(SO ₄)	0.002
Cu(SO ₄)	0.001
KH ₂ PO ₄	0.307
NH ₄ H ₂ PO ₄	0.115
Mn(SO ₄)	0.006

Cantidad de cobre añadida

Las cantidades de cobre elegidas para añadir a los ejemplares estudiados son muy elevadas frente a las generalmente necesarias. Se lleva a cabo la adición del metal de este modo dado que, por un lado, cantidades abundantes de cobre darán lugar a una reacción más notable en las plantas a que se apliquen, haciendo que la observación de la toxicidad de dicho elemento se haga más obvia y fácil de documentar y, por otro lado, cantidades tan elevadas permitirán la reproducción de aquellas áreas del terreno en que ya haya tenido lugar una contaminación y acumulación muy significativas.

A su vez, la elección de diferentes cantidades de cobre que añadir a los ejemplares estudiados permite la observación de distintos grados de toxicidad por la acumulación del metal.

3.3 Variables dependientes

Crecimiento de cada muestra de *Phaseolus vulgaris*.

El crecimiento de las muestras estudiadas se mide diariamente y a la misma hora en el transcurso de la investigación. Dado que el desarrollo de órganos como hojas y raíces difiere mucho de un ejemplar a otro se decide la toma de datos exclusivamente de la variación de tamaño de los tallos, en función de su longitud y no su grosor.

Para esta medición se emplea una cuerda capaz de amoldarse a la curvatura del tallo.

Una vez recogida la longitud del tallo con la cuerda, esta se estira y se mide con un metro o regla para averiguar la longitud del tallo con una magnitud precisa.

⁹¹Fernández, D. (2007) "Solución nutritiva general para el cultivo hidropónico" en *Todo Sobre Cultivo Hidropónico: Un blog sobre la ciencia y el arte de cultivar sin tierra*. Colombia <http://todohidroponico.com/2007/07/solucion-nutritiva-general-para-cultivo-hidroponico.html>

3.4 Variables controladas

Cantidad, hora y manera de aplicación del agua.

El agua actúa en este experimento como un factor esencial. Interviene en funciones vitales de las plantas como la fotosíntesis, la transpiración o el transporte de sustancias, mas su importancia radica en que es el medio empleado para introducir las distintas cantidades de cobre en el medio de cultivo y, por su absorción en las raíces, a las plantas.

Controlando la cantidad de agua de riego puede controlarse la cantidad de cobre introducida introduce en la planta.

Se introducen 10 mL. de agua en días alternos por ejemplar, de concentración de cobre en función de su grupo, mediante una jeringuilla de capacidad 10 mL. (± 0.5 mL.) que permita su introducción en el interior del suelo, en los ejemplares en dicho cultivo, minimizando su evaporación y facilitando su absorción por las raíces, mientras que en el caso del cultivo hidropónico se añade directamente a la solución nutritiva.

Además, se decide como hora de riego las 00:00 horas, como manera de disminuir la evaporación derivada de la luz solar.

Temperatura y exposición solar

La temperatura y la exposición solar se mantienen similares en todas las muestras, pero no constantes. La exposición a la luz solar se da de forma indirecta en todo momento. Todas las muestras se mantienen en el mismo lugar en el transcurso de la experimentación, de manera que cualquier cambio de temperatura afecte a todos los ejemplares y no haya diferencias significativas en procesos influenciados por la luz, tales como la fotosíntesis.

Hora de toma de medidas

El tiempo entre las mediciones del tallo de los ejemplares de *Phaseolus vulgaris* en el experimento es constante, de 24 horas entre mediciones. Se realiza a diario a las 12:00.

Sustrato en ejemplares en hidroponía

En la hidroponía destaca el uso de una solución nutritiva como alternativa a la tierra en la obtención de nutrientes por parte de las plantas, mas ha de emplearse un material distinto que permita la sujeción constante de los ejemplares. En este caso se emplea grava volcánica que aporta una cantidad mínima de sustancias que contaminen la solución hidropónica.

Recipientes para las muestras

Los recipientes para cada ejemplar de *Phaseolus vulgaris* se mantienen similares en todas las muestras (Imagen 1) y se organizan después en grupos según el método de cultivo y el cobre añadido (Imágenes 4 y 5). En el cultivo hidropónico se introducen recipientes similares a los del cultivo en suelo, con las muestras en un contenedor común con la solución nutritiva.

Cantidad de tierra en cultivo en suelo y de solución nutritiva en hidroponía

Las cantidades de tierra, en el cultivo en suelo, y solución nutritiva, en el cultivo hidropónico, se mantienen similares en todas las muestras, de forma que no existan diferencias significativas entre las cantidades de nutrientes ofrecidas.

En el cultivo en suelo se añaden, siguiendo la altura de los recipientes, un total de 7 cm. de tierra, con una primera capa de 4 cm., y una segunda capa de 3 cm. (Imagen 2).

En el cultivo hidropónico se añaden 250 mL. de la solución nutritiva en cada recipiente, de manera que se añaden 50 mL. por muestra. En cada recipiente se añaden 7 cm. de grava como medio de sujeción de la muestra (Imagen 3).

Oxigenación de la solución hidropónica

Se da un proceso de oxigenación de la solución hidropónica mediante su agitación.⁹²

3.5 Procedimiento

Fase A: Germinación y crecimiento de raíz.

- Se toman recipientes similares cuya base se recubre con 4 gramos de algodón.
- Se deposita dentro de cada recipiente, sobre dicho algodón, una semilla de *Phaseolus vulgaris*.
- Se introducen, sobre cada semilla, otros 4 gramos de algodón, de manera que esta quede totalmente cubierta por él.
- Se añaden 30 mL. de agua corriente en días alternos durante 12 días, hasta observarse un crecimiento notable de raíces y hojas, en un am-

⁹²Autor desconocido (2016) “¿Cómo oxigenar la solución nutritiva?” En *HydroEnvironment*. México. En línea en: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=110

biente de temperatura constante y templada, sin exposición directa al Sol.⁹³

Fase B: Crecimiento del tallo

- Previamente al trasplante de los ejemplares del algodón al medio correspondiente, se preparan distintas soluciones de cobre y agua que aplicar. Los grupos 1, 2, 3, 4 y 5 tendrán 0, 25, 50, 75 y 100 gramos de CuSO₄ por litro respectivamente. Se procede a su vez a la preparación de la solución nutritiva empleada en la hidroponía, añadiendo los componentes químicos necesarios (Tabla 1) a la cantidad de agua destilada indicada.
- Una vez preparada, se introduce en contenedores herméticamente cerrados, con el fin de evitar pérdidas por evaporación.
- Se eligen 50 ejemplares de *Phaseolus vulgaris*, de un tamaño lo más similar posible, de entre los que hayan germinado de las 60 semillas empleadas. Se distribuyen en grupos de 5 ejemplares siguiendo el siguiente cuadro:

Tabla 2: Organización de las muestras en función del cobre añadido y el método de cultivo.

Muestra	Grupo 1S	Grupo 1H	Grupo 2S	Grupo 2H	Grupo 3S	Grupo 3H	Grupo 4S	Grupo 4H	Grupo 5S	Grupo 5H
M. 1	G1M1S	G1M1H	G2M1S	G2M1H	G3M1S	G3M1H	G4M1S	G4M1H	G5M1S	G5M1H
M. 2	G1M2S	G1M2H	G2M2S	G2M2H	G3M2S	G3M2H	G4M2S	G4M2H	G5M2S	G5M2H
M. 3	G1M3S	G1M3H	G2M3S	G2M3H	G3M3S	G3M3H	G4M3S	G4M3H	G5M3S	G5M3H
M. 4	G1M4S	G1M4H	G2M4S	G2M4H	G3M4S	G3M4H	G4M4S	G4M4H	G5M4S	G5M4H
M. 5	G1M5S	G1M5H	G2M5S	G2M5H	G3M5S	G3M5H	G4M5S	G4M5H	G5M5S	G5M5H

En el trabajo se emplearán métodos de abreviación, por los que se dará G: Grupo, M: Muestra y, según el método de cultivo, S: Cultivo en Suelo o H: Cultivo Hidropónico (Tabla 2).

- Encontramos, según la división anterior, 25 ejemplares destinados al cultivo en suelo y otros 25 ejemplares destinados al cultivo hidropónico. Todos ellos se introducen en recipientes de volumen similar, agrupándose en 10 grupos de 5 ejemplares cada uno, 5 grupos para cultivo en suelo y 5 grupos para el cultivo hidropónico. (Imágenes 4 y 5)
- En los recipientes destinados al cultivo en suelo se introducen 4 centímetros de tierra. A continuación se introduce cada ejemplar de *Phaseolus vulgaris*, seguido por otros 3 centímetros de tierra, alcanzando

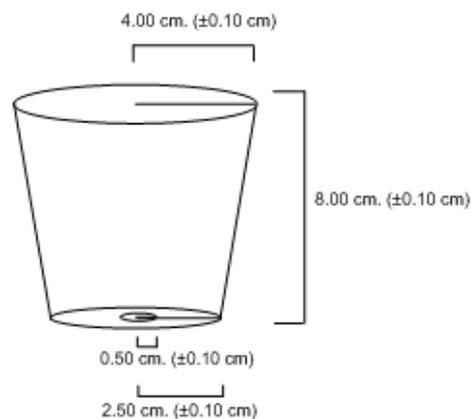
93ANEXO 1: FASE DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE RAÍZ

esta una altura final de 7 centímetros. (Imagen 2). Es importante no presionar la tierra hacia abajo, para reproducir un ambiente natural.

- En los recipientes destinados al cultivo hidropónico se introducen los ejemplares de manera que las raíces sobresalgan por la abertura inferior. Por grupos de 5 ejemplares se introducen los recipientes en contenedores que contienen 250 mL. de la solución nutritiva correspondiente, de manera que las raíces queden sumergidas en ella sin alcanzarse el tallo.⁹⁴ En el interior del recipiente se introduce grava volcánica que permita la sujeción de la muestra sin afectar a la solución nutritiva (Imagen 3).⁹⁵
- Una vez realizados todos los trasplantes se riegan los ejemplares, cada dos días, con 10 mL. de la solución de cobre correspondiente a su grupo, de manera que los grupos 1, 2, 3, 4 y 5 obtienen 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1 gramos de CuSO_4 por 10 mL. de agua. Se administra manualmente mediante el empleo de una jeringuilla. Se introduce el agua siempre a las 00:00 horas.
- La medición de los tallos de cada ejemplar se da a diario, siempre a las 12:00, mediante el uso de una cuerda y una regla, como se explica anteriormente. Además se realizan observaciones cualitativas de los ejemplares conforme al paso del tiempo.

3.6 representación gráfica de los montajes de cultivo⁹⁶

Imagen 1: Representación gráfica de los recipientes de cultivo.



⁹⁴Autor desconocido (2016) “¿Qué es el sistema de raíz flotante?” En *HydroEnvironment*. México. En línea. Disponible en: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=64

⁹⁵Anexo 2: montaje del cultivo en suelo y el cultivo hidropónico

⁹⁶Imágenes de elaboración propia mediante *SMART Notebook® collaborative learning software*.

Imagen 2: Representación gráfica de los recipientes de cultivo en suelo.

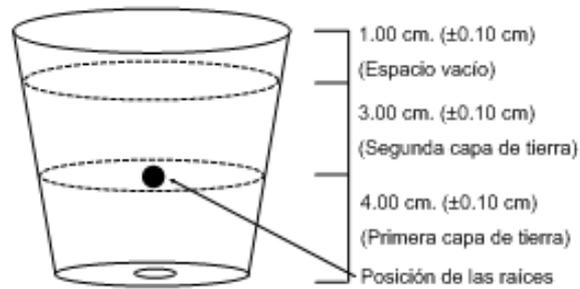


Imagen 3: Representación gráfica de los recipientes de cultivo hidropónico.

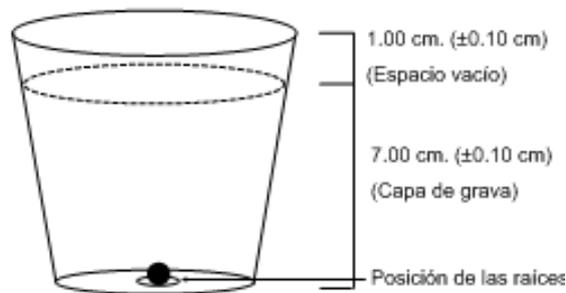


Imagen 4: Representación del montaje general de las muestras del cultivo en suelo y la cantidad de cobre añadida por 10 mL. (Por riego en días alternos)

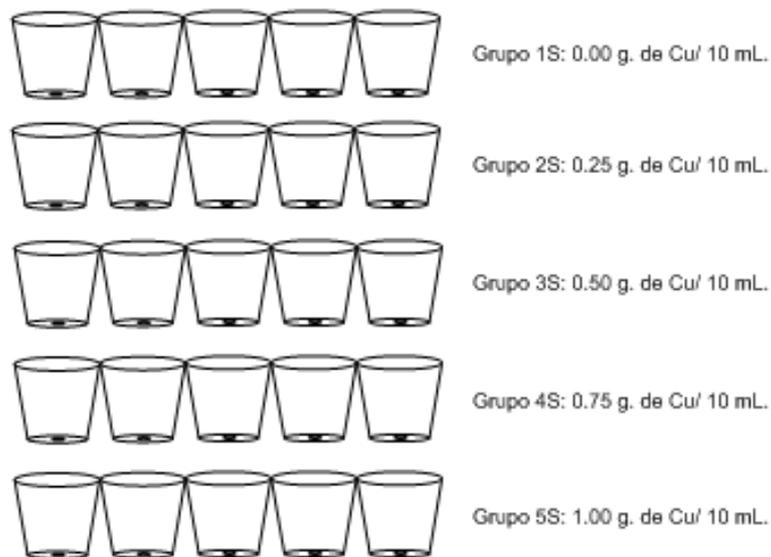
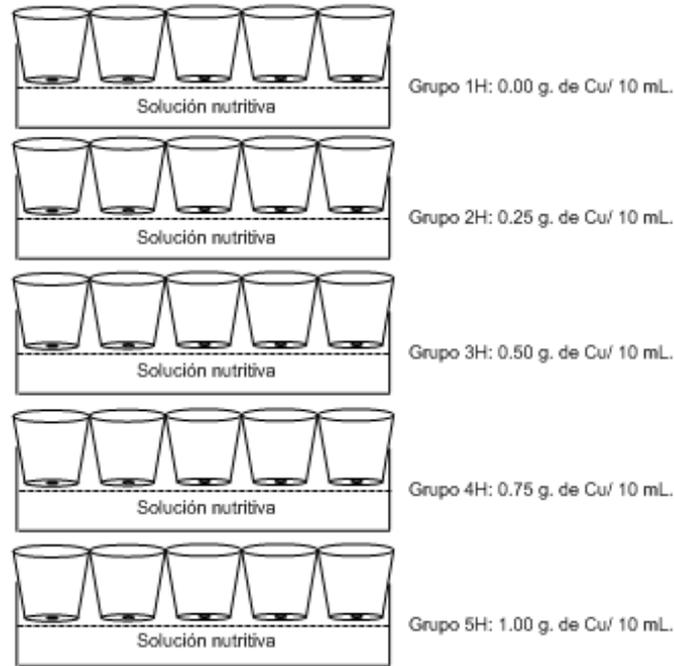


Imagen 5: Representación del montaje general de las muestras del cultivo hidropónico y la cantidad de cobre añadida por 10 mL. (Por riego en días alternos)



4. Resultados y análisis

A lo largo de las tres semanas de experimentación tiene lugar una recogida de datos brutos en función de las concentraciones de cobre y del método de cultivo empleados.⁹⁷ Dichos datos se recogen en la siguiente tabla, con la continuación del uso de las abreviaturas empleadas anteriormente.

⁹⁷ANEXO 3: DATOS BRUTOS DE LA LONGITUD DE LOS TALLOS DE *Phaseolus vulgaris* POR GRUPO Y DÍA DEL EXPERIMENTO.

4.1 Datos cuantitativos

Tabla 3: Crecimiento medio del tallo de *Phaseolus vulgaris* por día del experimento.

		Crecimiento medio del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> por día (±0.1 cm)									
		G1S	G1H	G2S	G2H	G3S	G3H	G4S	G4H	G5S	G5H
24/08/15	Día 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25/08/15	Día 2	1.0	1.8	0.3	0.7	0.1	1.0	0.2	0.1	0.2	0.2
26/08/15	Día 3	1.8	3.1	0.7	1.1	0.3	1.2	0.3	0.2	0.3	0.3
27/08/15	Día 4	2.3	3.5	0.9	1.5	0.5	1.5	0.5	0.4	0.5	0.5
28/08/15	Día 5	2.6	3.9	1.2	1.8	0.6	1.7	0.6	0.5	0.5	0.8
29/08/15	Día 6	2.8	4.3	1.6	2.1	1.0	1.9	0.8	0.7	0.8	0.9
30/08/15	Día 7	2.9	4.6	1.7	2.3	1.3	2.0	1.0	0.9	0.9	1.3
31/08/15	Día 8	3.1	5.1	1.7	2.4	1.7	2.1	1.3	1.0	0.6	1.6
01/09/15	Día 9	3.3	5.5	1.7	2.4	1.8	2.3	1.1	1.1	0.7	1.7
02/09/15	Día 10	3.9	5.8	2.0	2.6	1.9	2.4	1.0	1.2	0.7	1.8
03/09/15	Día 11	4.3	6.2	2.1	2.6	2.1	2.6	0.9	1.3	0.5	2.0
04/09/15	Día 12	4.4	6.5	2.2	2.6	2.2	2.6	0.8	1.3	0.5	2.3
05/09/15	Día 13	4.7	6.7	2.2	2.6	2.0	2.5	0.7	1.3	0.4	2.0
06/09/15	Día 14	5.1	7.0	2.3	2.6	1.9	2.3	0.7	1.3	0.0	0.5
07/09/15	Día 15	5.5	7.5	2.4	2.4	1.8	2.1	0.7	1.4	-0.1	0.5
08/09/15	Día 16	6.1	7.7	2.4	2.2	1.9	2.1	0.8	1.5	-0.2	0.5
09/09/15	Día 17	6.5	7.8	2.5	2.1	2.1	2.1	0.9	1.5	0.0	0.6
10/09/15	Día 18	6.9	8.0	2.7	2.2	2.1	2.1	1.0	1.5	0.0	0.8
11/09/15	Día 19	7.4	8.4	2.9	2.1	2.1	2.2	1.1	1.7	0.0	0.8
12/09/15	Día 20	7.7	8.6	2.9	2.5	2.2	2.3	1.0	1.7	0.0	1.0
13/09/15	Día 21	8.1	8.9	3.1	3.4	2.1	2.6	1.1	1.7	0.1	1.0
Crecimiento total		8.1	8.9	3.1	3.4	2.1	2.6	1.1	1.7	0.1	1.0

4.2 Datos cualitativos

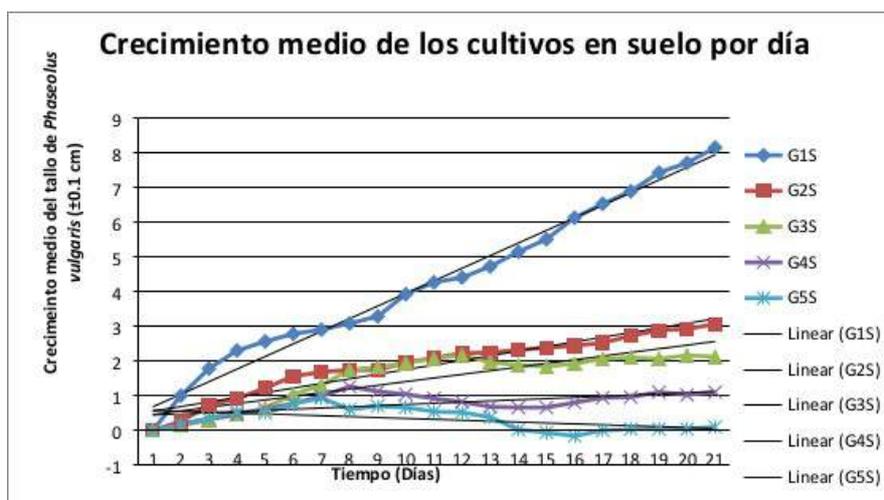
En un principio todos los ejemplares mantienen un tamaño y número de hojas similar al del periodo de germinación. Conforme avanza el experimento, las muestras a las que se añade cobre adquieren unas tonalidades de verde más intenso, aumentando la intensidad conforme lo hace la concentración de cobre añadida, tanto en suelo como en hidroponía, mientras que el Grupo 1, el grupo de control, mantiene la misma apariencia.

A partir de la semana de experimentación, en los Grupos 4 y 5, y la semana y media de experimentación, en los Grupos 2 y 3, se observa una pérdida del verde intenso previo. Comienza un proceso de clorosis no uniforme en las hojas; las hojas de los ejemplares se vuelven amarillentas y comienzan a marchitarse, pero el resto se mantienen verdes y no cesa el crecimiento de nuevos brotes. Se acentúa dicha clorosis en ejemplares en suelo, mientras en hidroponía se mantiene más leve.

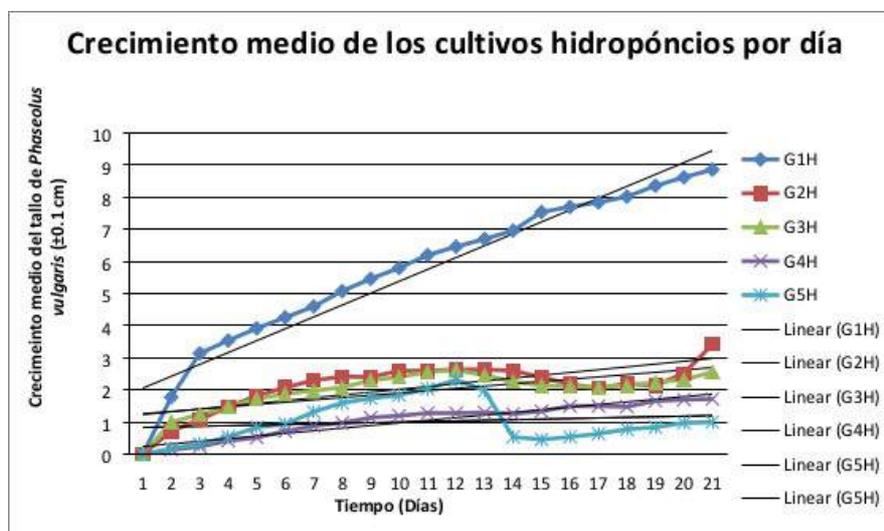
La clorosis continúa, junto a una pérdida de la rigidez de los tallos y del desarrollo de las raíces, acentuado siempre en mayor medida en los ejemplares en suelo frente a aquellos en hidroponía.⁹⁸

4.3 representación gráfica de los datos obtenidos

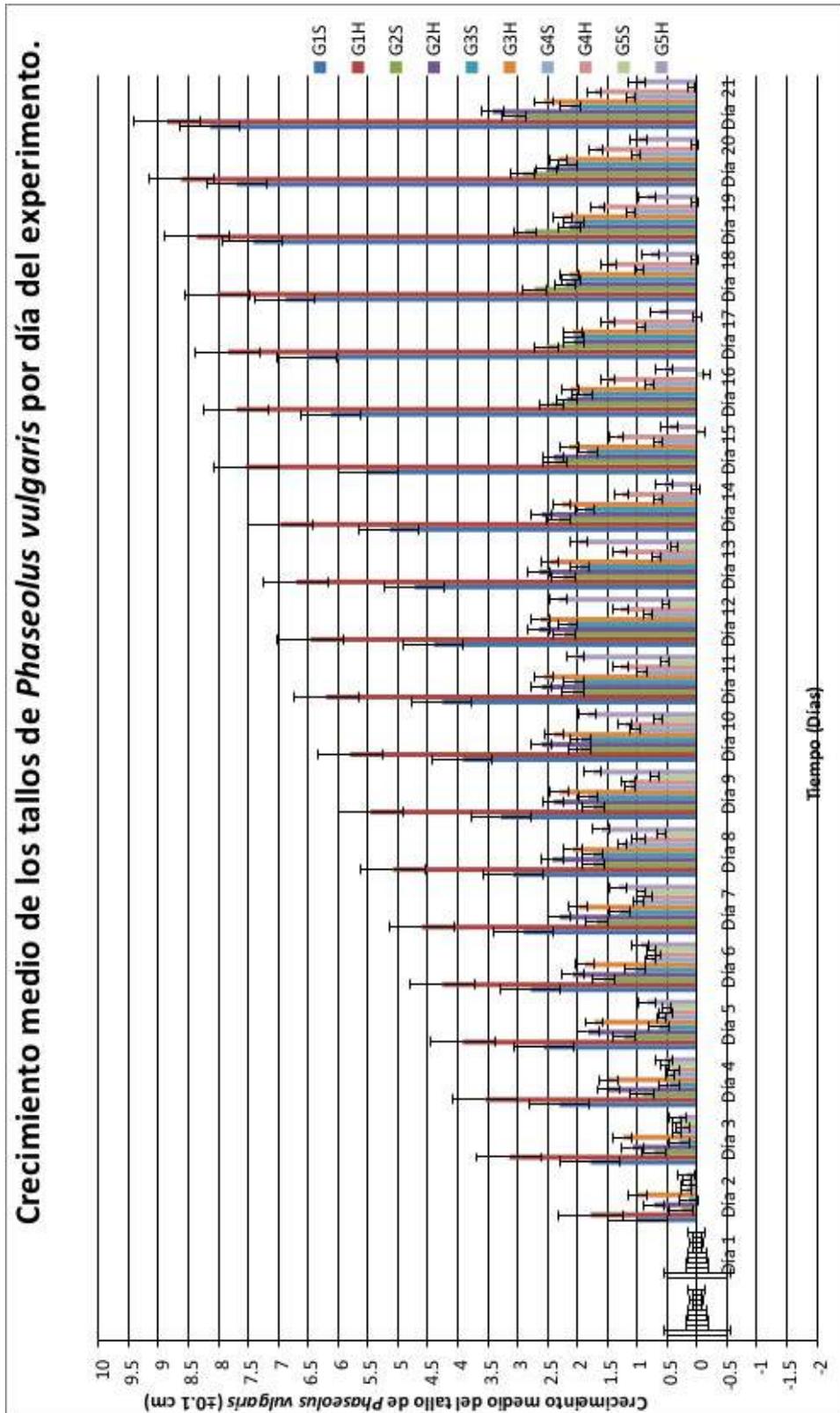
Gráfica 1: Crecimiento medio de los tallos de los cultivos en suelo por día del experimento.



Gráfica 2: Crecimiento medio de los cultivos hidropónicos por día del experimento.



Gráfica 3: Crecimiento medio de los tallos de *Phaseolus vulgaris* por día del experimento.



4.4 Procesamiento de datos

Todas las pruebas realizadas cuentan con 21 datos por grupo.

Tabla 4: Estadística descriptiva de los cultivos en suelo.

	G1S	G2S	G3S	G4S	G5S
Media	4.30	1.88	1.51	0.78	0.32
Error típico	0.50	0.19	0.16	0.071	0.074
Mediana	4.26	2.08	1.88	0.82	0.34
Moda	#N/A	1.74	2.06	0.66	0.04
Desviación estándar	2.27	0.86	0.75	0.33	0.32
Varianza	5.15	0.73	0.56	0.11	0.10
Rango	8.14	3.06	2.16	1.26	1.1
Mínimo	0	0	0	0	-0.16
Máximo	8.14	3.06	2.16	1.26	0.94
Suma	90.4	39.6	31.7	16.4	6.66
Cuenta	21	21	21	21	21
Nivel de confianza (95.0%)	1.03	0.39	0.34	0.15	0.15

Tabla 5: Estadística descriptiva de los cultivos hidropónicos.

	G1H	G2H	G3H	G4H	G5H
Media	5.75	2.11	1.98	1.06	1.02
Error típico	0.52	0.16	0.14	0.12	0.14
Mediana	6.2	2.3	2.14	1.26	0.84
Moda	#N/A	2.6	2.08	1.28	0.54
Desviación estándar	2.37	0.76	0.62	0.53	0.66
Varianza	5.61	0.57	0.385	0.29	0.44
Rango	8.86	3.42	2.62	1.72	2.32
Mínimo	0	0	0	0	0
Máximo	8.86	3.42	2.62	1.72	2.32
Suma	120	44.3	41.6	22.2	21.4
Cuenta	21	21	21	21	21
Nivel de confianza (95.0%)	1.08	0.34	0.28	0.24	0.30

Tabla 6: Prueba ANOVA aplicada a los grupos de cultivo en suelo.

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	201.4	4	50.3	37.86	2.96 E-19	2.46
Dentro de los grupos	133.0	100	1.33			
Total	334.4	104				

Tabla 7: Prueba ANOVA aplicada a grupos de cultivo hidropónico.

Origen variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	319.4	4	79.8	54.8	2.23 E-24	2.46
Dentro de grupos	145.7	100	1.46			
Total	465.1	104				

Tabla 8: Prueba t-Student aplicada a los grupos 1S y 1H

	Grupo 1S	Grupo 1H
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	40	
Estadístico t	-2.02	
P(T<=t) una cola	0.02	
Valor crítico de t (una cola)	1.68	
P(T<=t) dos colas	0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02	

Tabla 9: Prueba t-Student aplicada a los grupos 2S y 2H

	Grupo 2S	Grupo 2H
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-0.90	
P(T<=t) una cola	0.19	
Valor crítico de t (una cola)	1.68	
P(T<=t) dos colas	0.37	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02	

Tabla 10: Prueba t-Student aplicada a los grupos 3S y 3H

	Grupo 3S	Grupo 3H
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-2.22	
P(T<=t) una cola	0.02	
Valor crítico de t (una cola)	1.68	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02	

Tabla 11: Prueba t-Student aplicada a los grupos 4S y 4H

	Grupo 4S	Grupo 4H
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	33	
Estadístico t	-2.05	
P(T<=t) una cola	0.02	
Valor crítico de t (una cola)	1.69	
P(T<=t) dos colas	0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.03	

Tabla 12: Prueba t-Student aplicada a los grupos 5S y 5H

	Grupo 5S	Grupo 5H
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	-4.38	
P(T<=t) una cola	7.10 E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.70	
P(T<=t) dos colas	1.42 E-04	
Valor crítico de t (dos colas)	2.05	

5. Conclusión y evaluación

Este trabajo tiene como objetivo el estudio de los efectos que se dan sobre el crecimiento de ejemplares de *Phaseolus vulgaris*, tanto por la variación en la adición soluciones de diferentes cantidades de cobre como del medio en que tenga lugar dicho cultivo, en suelo o por hidroponía.

Se observa, mediante una comparación del crecimiento medio de cada grupo (Tabla 3) y la observación de la representación gráfica de datos, cómo el crecimiento total de las muestras decrece conforme aumentan las cantidades de cobre añadidas, independientemente del método de cultivo (Gráficas 1 y 2). Además, comparando grupos con la misma cantidad de cobre añadida (Gráfica 3), se observa una diferencia en el crecimiento de las muestras según el método de cultivo, siendo ligeramente mayor en el cultivo hidropónico frente al cultivo en suelo.

Para corroborar la información obtenida de la representación gráfica, la existencia de una diferencia significativa entre el desarrollo de cultivos con distintas cantidades de cobre añadidas y entre el método de cultivo en suelo y

el hidropónico, se emplean dos pruebas estadísticas: la Prueba t-Student⁹⁹ y la prueba ANOVA¹⁰⁰ (Análisis de varianza).

La prueba t-Student se da en la comparación de medias estadísticas entre, únicamente, dos grupos de datos, mientras la prueba estadística ANOVA se realiza con un número de grupos mayor, de tres en adelante.

Los resultados que presentan ambas pruebas indican la existencia de una diferencia estadística significativa entre el crecimiento de los grupos estudiados resultado de la variación de las cantidades de cobre añadidas o del método de cultivo, mediante una evaluación que se da empleando el valor P que otorgan las tablas resultantes.

En caso de que el valor P sea menor que 0.05, que actúa como el nivel de significación de P, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, pues indica la existencia de una diferencia estadística significativa entre los grupos que participan en la prueba.¹⁰¹

El estudio mediante la ANOVA se da en dos casos separados con el fin de aumentar la fiabilidad de los resultados. Tanto en el grupo de cultivo hidropónico como en el cultivo en suelo se dan diferentes grados de crecimiento en función a las cantidades de cobre añadidas; por tanto, mediante ambos grupos se puede estudiar el nivel de afección provocado por el cobre de manera independiente.

De esta manera, se desarrolla el test ANOVA dos veces, una para el grupo hidropónico y otra para el grupo en suelo, obteniendo dos valores de P distintos:

Prueba ANOVA en los cultivos en suelo

Valor de P = 2.9602E-19 < 0.05

Prueba ANOVA en los cultivos hidropónicos

Valor de P = 2.2288E-24 < 0.05

Dado que en ambos casos el valor de P es menor que 0.05, se rechaza en ambos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por la que existen diferencias en el crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en función de la cantidad de cobre añadida durante su cultivo.

99 Elliott, A.C. (2012) "Test t-Student de dos muestras (Grupo independiente) Usando Microsoft Excel" Tutoriales Excel para Análisis de Datos Estadísticos. En línea. Disponible en: http://www.stattutorials.com/EXCEL/EXCEL_TTEST1.html

100 Valle Espinosa, M. del Consuelo (2013) "Análisis de varianza: ANOVA" en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla: Departamento de Desarrollo Académico. México. En línea. Disponible en: <http://www.slideshare.net/ConsueloValle/7-analisis-de-varianza-anova>

101 Hubbard, R. y Bayarri, M. J. (2003) "Los valores de P no son Probabilidades de Error" En línea. Disponible en: <http://ftp.isds.duke.edu/WorkingPapers/03-26.pdf>

Por otra parte, se procede a la realización de 5 pruebas t-Student con el fin de comprobar la existencia de una diferencia significativa, en este caso, entre los métodos de cultivo.

La prueba t-Student comparte el nivel de significación de P como 0.05 y se observa, en este caso, el valor de P ($T \leq t$) dos colas.

TSTUDENT Grupos 1S y 1H

Valor de P ($T \leq t$) dos colas = 0.04959586 < 0.05 = α

TSTUDENT Grupos 2S y 2H

Valor de P ($T \leq t$) dos colas = 0.3727063 > 0.05 = α

TSTUDENT Grupos 3S y 3H

Valor de P ($T \leq t$) dos colas = 0.0323232 < 0.05 = α

TSTUDENT Grupos 4S y 4H

Valor de P ($T \leq t$) dos colas = 0.04793606 < 0.05 = α

TSTUDENT Grupos 5S y 5H

Valor de P ($T \leq t$) dos colas = 0.00014209 < 0.05 = α

En 4 de los 5 casos el valor de P ($T \leq t$) dos colas es menor que 0.05, de manera que en ellos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por la que existen diferencias en el crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en función del método de cultivo empleado.

En todas ellas se hace evidente una diferencia significativa a excepción de la prueba realizada en los grupos 2S y 2H. Esto implica que los grupos 2S y 2H pueden haberse visto afectados de manera diferente al resto de grupos por las cantidades de cobre aplicadas, provocando la inexistencia de una diferencia significativa en su crecimiento, o a un error en el manejo de las muestras.

Pese a que los resultados del estudio parecen precisos y concuerdan con los resultados previstos a partir de la teoría, puede existir una serie de fuentes de error que hayan afectado a las muestras, entre las que encontramos las siguientes.

Primero se observan diferencias en la composición química del sustrato de los cultivos en suelo. Si bien toda la tierra empleada tiene, teóricamente, la misma composición, pueden existir diferencias en las cantidades de nutrientes albergadas en la tierra empleada en cada muestra.

En los cultivos hidropónicos carecemos de la habilidad para medir la cantidad de cada uno de los nutrientes en la solución nutritiva empleada. Dado que se emplea la grava como sustrato y medio de sujeción de los ejemplares estudiados, puede darse la adición de sustancias contenidas en la grava a la solución nutritiva inicial.

Existe un error en la reproducción del medio terrestre mediante la solución hidropónica. Pese a que la reproducción mediante la mezcla de los nutrientes esenciales con agua destilada es bastante precisa, no se especifican varios de los nutrientes en la composición expresada de la tierra empleada, de manera que se añaden en cantidades generales a la solución nutritiva.

Existe la incidencia de luz como fuente de error. Los recipientes de las muestras se encuentran juntos unos de otros, con una distancia mínima entre ellos. Esto ocasiona, al comenzar el crecimiento de las hojas y demás órganos, que existan muestras que reciban una mayor cantidad de luz y calor que otras, provocando una diferencia entre su rendimiento fotosintético que, a su vez, repercute sobre el crecimiento.

Otra fuente de error es la cantidad de datos manejados. En un experimento en que una gran cantidad de variables afectan al resultado final, un mayor número de muestras que tratar permite un estudio más fiable y preciso. Un incremento de muestras y métodos de experimentación permitiría la generalización de los resultados.

Por último, encontramos la variabilidad genética como fuente de error. Dado que las secuencias genéticas de cada uno de los ejemplares son exclusivas a ellos, su desarrollo será distinto en todos los casos, sin manera de evitar el error provocado por ello.

Una vez comprobadas ambas hipótesis, puede responderse la pregunta de investigación; por la observación de las tablas de datos y su representación gráfica, de los datos cualitativos y los resultados de ambas pruebas ANOVA y de las varias pruebas t-Student realizadas, se demuestra la existencia de diferencias en el crecimiento en longitud de *Phaseolus vulgaris* en función de la cantidad de cobre añadida durante su cultivo, que en mayores cantidades provoca su inhibición, y del método de cultivo empleado, en el que destaca el cultivo hidropónico por una eficiencia ligeramente mayor en comparación al cultivo en suelo.

6. Bibliografía

- Acosta Álvarez, M. M.; Acevedo Sandoval, O. A. y Cruz Chávez, E. (2007) "Determinación de metales pesados en suelos agrícolas del Valle del Mezquital, Hgo." En Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. En línea. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/635/Determinacion%20de%20metales%20pesados%20suelos%20agricolas.pdf;jsessionid=10A85B49->

CA611E90A41EC8B8D8E680AA?sequence=1 (Consultado el 14/07/15)

- Autor desconocido (2016) “¿Cómo oxigenar la solución nutritiva?” En HydroEnvironment . México. En línea. Disponible en: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=110 (Consultado el 01/08/15)
- Autor desconocido (2016) “¿Qué es el sistema de raíz flotante?” En HydroEnvironment. México. En línea. Disponible en: http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=64 (Consultado el 01/08/15)
- Autor desconocido (2012) “Micronutrientes: Propiedades Y Funciones Del Cobre En Las Plantas” en Flor de Planta: Plantas, flores, árboles, paisajismo y decoración de jardines. En línea. Disponible en: <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/> (Consultado el 07/08/15)
- Autor desconocido (2016) “Propiedades químicas del cobre; Efectos del Cobre sobre la salud; Efectos ambientales del Cobre” de Lennetech BV. En línea. Disponible en: <http://www.lennetech.es/periodica/elementos/cu.htm> (Consultado el 15/10/15)
- Bloodnick, E. (2016) “La función del cobre en el cultivo de plantas.” En línea. Disponible en: <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas/> (Consultado el 14/10/15)
- Broome, J.C. y Donaldson, D.R.(2016) “Bordeaux Mixture” Universidad de California: Agricultura y Recursos Naturales. En línea. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pnbordeauxmixture.pdf> (Consultado el 09/09/15)
- Cordero, A. y Ramírez, G. F. (1979) “Acumulamiento de cobre en los suelos del pacifico sur de costa rica y sus efectos detrimentales en la agricultura.” En Revista Agronomía Costarricense Volumen 3, N° 1, 1979. Pp. 63-67. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v03n01_063.pdf (Consultado el 14/10/15)
- Corrales, I. (2011) “Toxicidad del cobre en suelos sobre el crecimiento radicular de variedades de maíz.” En Departamento de Biología Animal, de Biología Vegetal y de Ecología. Área de Fisiología Vegetal. En línea. Disponible en: <http://www.sertox.co>

m.ar/modules.php?name=News&file=article&sid=3963 (Consultado el 07/08/15)

- Elliott, A.C. (2012) “Test t-Student de dos muestras (Grupo independiente) Usando Microsoft Excel” Tutoriales Excel para Análisis de Datos Estadísticos. En línea. Disponible en: http://www.s-tattutorials.com/EXCEL/EXCEL_TTEST1.html (Consultado el 21/12/15)
- Favela Chávez, E.; Preciado Rangel, P. y Benavides Mendoza, A. (2006) “Manual para la preparación de soluciones nutritivas” en Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: Departamento de Horticultura. México. ISBN 96-8844-051-5. (Consultado el 10/08/15)
- Fernández, D. (2007) “Solución nutritiva general para el cultivo hidropónico” en Todo Sobre Cultivo Hidropónico: Un blog sobre la ciencia y el arte de cultivar sin tierra. Colombia <http://todohidroponico.com/2007/07/solucion-nutritiva-general-para-cultivo-hidroponico.html> (Consultado el 07/08/15)
- Hernán Llanos Peada, P. (2001) “La solución nutritiva: Nutrientes comerciales, Fórmulas completas.” Por WALCO S.A. en Bogotá, Colombia. Mayo de 2001. Disponible en: <http://www.drcalderon-labs.com/Hidroponicos/Soluciones1.html> (Consultado el 07/08/15)
- Hubbard, R. y Bayarri, M. J. (2003) “Los valores de P no son Probabilidades de Error” En línea. Disponible en: <http://ftp.isds-duke.edu/WorkingPapers/03-26.pdf> (Consultado el 21/12/15)
- Miller, R. traducción de Palma, M. (2013) “Principales factores que afectan el crecimiento de las plantas” En línea. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/principales-factores-afectan-crecimiento-plantas-info_263449/ (Consultado el 07/08/15)
- Schuster, J. y Paulsrud, B. (2016) “Clorosis” en Extensión de la Universidad de Illinois. Enfoque: Plantas y Enfermedades. Illinois, Estados Unidos. En línea. Disponible en: http://extension.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm (Consultado el 07/08/15)
- Valle Espinosa, M. del Consuelo (2013) “Análisis de varianza: ANOVA” en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla: Departamento de Desarrollo Académico. México. En línea. Disponible en: <http://www.slideshare.net/ConsueloValle/7-analisis-de-varianza-anova> (Consultado el 20/12/15)

Nicolás Olalde. El crecimiento de Phaseolus vulgaris según métodos de cultivo

- Villarino, A. (2013) “El cobre en los cultivos” en El Blog Plantelia. En línea. Disponible en: <http://blog.plantelia.com/el-cobre-en-los-cultivos/> (Consultado el 17/10/15)

7. Anexos

7.1 Anexo 1: Fase de germinación y crecimiento de raíz



Imagen 21: Germinación de Phaseolus vulgaris a los 5 días de su puesta en algodón.



Imagen 22: Germinación de Phaseolus vulgaris a los 10 días de su puesta en algodón.

7.2 Anexo 2: Montaje del cultivo en suelo y el cultivo hidropónico



Imagen 23: Montaje del cultivo hidropónico

7.3 Anexo 3: Datos brutos de la longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* por grupo y día del experimento.

Tabla 13: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 1S por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G1M1S	G1M2S	G1M3S	G1M4S	G1M5S
Día 1	4.5	5.0	4.2	4.8	5.6
Día 2	5.2	6.1	4.7	6.2	6.9
Día 3	6.4	6.7	5.2	7.1	7.6
Día 4	6.9	7.2	5.4	7.7	8.4
Día 5	6.9	7.8	6.0	7.7	8.5
Día 6	7.0	8.3	6.2	7.9	8.6
Día 7	7.2	8.4	6.3	8.1	8.6
Día 8	7.2	8.7	6.6	8.1	8.9
Día 9	7.4	9.0	6.8	8.4	8.9
Día 10	7.9	9.9	7.4	9.3	9.2
Día 11	8.1	10.4	7.6	9.8	9.5
Día 12	8.0	10.4	7.6	10.2	9.9
Día 13	8.4	11.1	7.8	10.4	10.0
Día 14	8.7	11.3	7.8	11.5	10.5
Día 15	9.1	12.2	7.9	11.5	10.9
Día 16	9.4	12.5	8.8	12.6	11.4
Día 17	9.3	12.9	9.0	12.6	12.9
Día 18	9.8	13.1	9.3	13.1	13.2
Día 19	9.9	14.1	9.6	13.9	13.7
Día 20	10.3	14.6	9.8	14.0	13.9
Día 21	10.9	14.7	9.9	14.9	14.4

Tabla 14: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 1H por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G1M1H	G1M2H	G1M3H	G1M4H	G1M5H
Día 1	15.7	15.4	10.0	17.2	5.5
Día 2	18.7	16.5	12.4	18.7	6.4
Día 3	19.3	17.6	14.1	19.6	8.9
Día 4	19.6	17.6	14.5	19.8	10.0
Día 5	20.4	17.7	15.0	20.0	10.3
Día 6	20.4	17.7	15.2	20.1	11.7
Día 7	20.6	18.4	15.6	20.5	11.7
Día 8	21.3	18.5	15.8	21.2	12.4
Día 9	21.4	19.0	16.4	21.5	12.8
Día 10	21.9	19.0	16.6	21.9	13.4
Día 11	22.3	19.6	17.6	21.9	13.4
Día 12	22.8	19.7	18.0	22.1	13.5
Día 13	23.1	20.1	18.4	22.0	13.7
Día 14	23.8	20.1	18.7	22.1	13.9
Día 15	24.1	20.4	18.9	23.1	15.0

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G1M1H	G1M2H	G1M3H	G1M4H	G1M5H
Día 16	24.2	20.5	19.4	23.1	15.1
Día 17	24.5	20.8	19.5	23.2	15.1
Día 18	24.4	21.0	19.7	23.6	15.2
Día 19	25.6	21.5	19.7	23.4	15.4
Día 20	25.7	22.0	19.7	23.7	15.8
Día 21	25.7	22.4	19.9	24.3	15.8

Tabla 15: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 2S por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G2M1S	G2M2S	G2M3S	G2M4S	G2M5S
Día 1	10.1	12.4	6.9	13.5	5.4
Día 2	10.7	12.5	7.3	13.5	5.6
Día 3	10.9	13.3	8.0	13.9	5.8
Día 4	11.2	13.8	7.8	14.0	6.1
Día 5	11.9	14.1	7.8	14.5	6.1
Día 6	12.2	14.8	8.0	14.8	6.3
Día 7	12.0	15.0	8.1	14.9	6.7
Día 8	11.8	15.5	8.1	14.9	6.7
Día 9	11.9	15.4	8.0	14.9	6.8
Día 10	11.9	15.3	8.2	15.7	7.0
Día 11	11.9	15.4	8.2	15.9	7.3
Día 12	12.0	15.5	8.4	15.9	7.6
Día 13	12.1	15.5	8.5	15.8	7.6
Día 14	12.3	15.5	8.8	15.9	7.4
Día 15	12.4	15.6	8.8	15.7	7.7
Día 16	12.4	15.6	8.7	15.9	7.9
Día 17	12.5	15.6	8.5	16.4	7.9
Día 18	12.8	15.8	8.9	16.4	8.0
Día 19	12.7	15.8	9.5	16.7	8.0
Día 20	12.6	15.9	9.6	16.7	8.1
Día 21	12.6	15.8	9.8	16.7	8.7

Tabla 16: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 2H por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G2M1H	G2M2H	G2M3H	G2M4H	G2M5H
Día 1	5.1	24.4	16.1	16.5	7.1
Día 2	5.6	25.8	16.4	17.4	7.6
Día 3	5.6	26.1	17.2	17.9	7.8
Día 4	5.7	26.5	17.8	18.3	8.3
Día 5	6.1	26.7	18.4	18.7	8.4
Día 6	6.0	26.6	18.9	19.2	8.9
Día 7	6.3	26.7	19.4	19.3	9.0
Día 8	6.7	26.9	19.4	19.3	9.0

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G2M1H	G2M2H	G2M3H	G2M4H	G2M5H
Día 9	6.7	26.9	19.2	19.1	9.3
Día 10	6.9	27.3	19.6	19.0	9.4
Día 11	7.0	26.5	19.9	19.1	9.7
Día 12	7.0	26.1	20.6	18.8	9.9
Día 13	7.4	25.8	20.7	18.5	10.0
Día 14	7.3	25.8	20.3	18.5	10.3
Día 15	7.4	25.4	20.2	18.3	9.9
Día 16	7.5	25.1	20.2	18.0	9.3
Día 17	7.5	25.0	20.1	17.9	9.0
Día 18	7.9	25.7	19.6	17.9	9.1
Día 19	8.4	26.0	18.7	17.4	9.4
Día 20	8.7	26.7	19.2	17.5	9.7
Día 21	9.3	27.9	19.9	18.6	10.6

Tabla 17: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 3S por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G3M1S	G3M2S	G3M3S	G3M4S	G3M5S
Día 1	19.2	20.9	19.9	17.2	19.3
Día 2	19.3	20.9	20.1	17.6	19.3
Día 3	19.6	21.1	20.2	17.6	19.5
Día 4	19.6	21.3	20.5	17.7	19.7
Día 5	19.9	21.5	20.7	17.9	19.7
Día 6	21.0	21.6	20.9	18.3	19.9
Día 7	21.3	21.6	21.0	18.8	20.3
Día 8	21.5	21.8	21.3	20.1	20.5
Día 9	21.8	21.9	21.3	20.0	20.6
Día 10	21.8	22.5	21.7	19.5	20.7
Día 11	22.0	22.7	21.9	19.3	20.9
Día 12	22.5	22.9	22.0	18.7	21.2
Día 13	22.7	22.4	21.8	18.6	20.8
Día 14	22.4	22.1	21.9	18.8	20.7
Día 15	22.2	21.9	22.0	19.0	20.6
Día 16	22.2	21.9	22.0	19.4	20.6
Día 17	22.0	22.3	22.3	19.4	20.8
Día 18	21.8	22.3	22.5	19.5	20.9
Día 19	21.5	22.5	22.7	19.3	20.8
Día 20	21.7	22.6	22.9	19.3	20.8
Día 21	21.4	22.9	22.6	19.3	20.9

Tabla 18: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 3H por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G3M1H	G3M2H	G3M3H	G3M4H	G3M5H
Día 1	14.8	19.6	14.4	16.1	23.3
Día 2	15.0	21.8	15.5	16.8	24.1
Día 3	15.1	21.9	15.9	17.1	24.4
Día 4	15.3	21.9	16.3	17.2	24.9
Día 5	15.3	22.0	16.8	17.5	25.2
Día 6	15.7	22.0	17.1	17.5	25.3
Día 7	15.9	22.1	17.1	17.6	25.4
Día 8	15.8	22.2	17.4	17.8	25.4
Día 9	16.2	22.2	17.5	17.9	25.9
Día 10	16.4	22.0	17.6	17.9	26.3
Día 11	16.5	22.3	17.8	17.9	26.5
Día 12	16.5	22.2	17.9	17.8	26.9
Día 13	16.5	22.0	17.4	17.5	27.1
Día 14	16.4	21.9	17.1	17.5	26.6
Día 15	16.3	21.9	16.8	17.4	26.5
Día 16	16.7	21.8	16.9	17.3	26.1
Día 17	16.5	21.7	17.0	17.3	26.1
Día 18	16.4	21.3	17.1	17.8	26.3
Día 19	16.3	21.4	17.4	17.9	26.4
Día 20	16.3	21.4	17.7	18.0	26.4
Día 21	16.3	21.9	17.7	18.6	26.5

Tabla 19: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 4S por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)				
	G4M1S	G4M2S	G4M3S	G4M4S	G4M5S
Día 1	23.6	21.4	11.5	13.4	25.1
Día 2	23.9	21.5	11.7	13.4	25.4
Día 3	23.9	21.8	11.8	13.7	25.5
Día 4	24.0	22.0	12.0	13.8	25.5
Día 5	24.1	22.3	12.2	13.8	25.6
Día 6	24.2	22.4	12.5	14.0	25.8
Día 7	24.6	22.6	12.7	14.1	25.9
Día 8	25.7	22.5	12.7	14.3	26.1
Día 9	25.3	22.3	12.3	14.4	26.3
Día 10	25.1	22.2	12.0	14.4	26.5
Día 11	25.0	21.9	11.6	14.4	26.7
Día 12	25.0	21.4	11.5	14.6	26.6
Día 13	25.1	20.6	11.5	14.7	26.5
Día 14	24.9	20.6	11.6	14.7	26.5
Día 15	24.8	20.7	11.8	14.7	26.3
Día 16	24.8	21.2	11.9	14.9	26.2
Día 17	24.8	21.5	12.1	15.0	26.3
Día 18	24.7	21.9	12.1	14.8	26.3

Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)					
	G4M1S	G4M2S	G4M3S	G4M4S	G4M5S
Día 19	24.7	22.3	12.3	14.8	26.4
Día 20	24.6	22.3	12.4	14.6	26.2
Día 21	24.7	22.6	12.4	14.6	26.2

Tabla 20: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 4H por día del experimento.

Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)					
	G4M1H	G4M2H	G4M3H	G4M4H	G4M5H
Día 1	11.3	19.0	23.5	14.3	10.1
Día 2	11.3	19.3	23.6	14.3	10.4
Día 3	11.5	19.4	23.6	14.5	10.4
Día 4	11.6	19.7	23.8	14.6	10.6
Día 5	11.9	19.7	23.9	14.6	10.7
Día 6	12.3	19.8	24.1	14.8	10.8
Día 7	12.3	19.9	24.5	14.9	11.0
Día 8	12.5	19.7	24.6	15.0	11.3
Día 9	12.7	20.2	24.6	15.0	11.4
Día 10	12.6	20.3	24.9	14.7	11.7
Día 11	12.5	20.6	25.0	14.7	11.8
Día 12	12.5	20.8	25.0	14.5	11.8
Día 13	12.4	20.8	24.8	14.8	11.9
Día 14	12.7	20.9	24.8	14.9	11.2
Día 15	12.8	21.1	24.8	15.1	11.1
Día 16	12.9	21.5	24.7	15.4	11.2
Día 17	13.0	21.4	24.6	15.4	11.3
Día 18	13.0	21.4	24.5	15.4	11.3
Día 19	13.4	21.4	24.6	15.7	11.4
Día 20	13.6	21.3	24.7	15.7	11.4
Día 21	13.5	21.3	24.7	15.9	11.4

Tabla 21: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 5S por día del experimento.

Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (±0.1 cm)					
	G5M1S	G5M2S	G5M3S	G5M4S	G5M5S
Día 1	27.1	14.3	18.7	23.5	17.4
Día 2	27.6	14.6	18.4	23.9	17.3
Día 3	27.6	14.5	18.6	24.4	17.6
Día 4	27.9	14.7	18.9	24.5	17.7
Día 5	28.0	14.3	19.0	24.5	17.7
Día 6	28.1	14.8	19.6	24.7	17.6
Día 7	28.1	15.3	19.8	24.6	17.9
Día 8	26.7	14.6	20.1	24.6	18.0
Día 9	26.5	14.4	20.5	24.6	18.5
Día 10	26.3	14.5	20.5	24.5	18.5

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (± 0.1 cm)				
	G5M1S	G5M2S	G5M3S	G5M4S	G5M5S
Día 11	26.2	14.2	20.8	24.0	18.5
Día 12	26.0	14.2	21.2	23.8	18.4
Día 13	25.8	14.2	21.1	23.7	18.1
Día 14	25.5	14.4	20.6	23.5	17.1
Día 15	25.5	14.5	20.0	23.4	17.3
Día 16	25.5	14.6	19.3	23.4	17.4
Día 17	25.7	14.7	19.3	23.6	17.7
Día 18	25.7	14.8	19.3	23.7	17.7
Día 19	25.6	14.8	19.5	23.5	17.8
Día 20	25.6	14.8	19.4	23.5	17.9
Día 21	25.6	14.8	19.5	23.4	18.2

Tabla 22: Longitud de los tallos de *Phaseolus vulgaris* en el Grupo 5H por día del experimento.

	Longitud del tallo de <i>Phaseolus vulgaris</i> (± 0.1 cm)				
	G5M1H	G5M2H	G5M3H	G5M4H	G5M5H
Día 1	14.3	13.5	14.1	15.4	29.2
Día 2	14.4	13.6	14.2	15.7	29.5
Día 3	14.6	13.8	14.3	15.8	29.6
Día 4	14.9	13.9	14.6	16.0	29.8
Día 5	15.2	14.4	14.8	16.3	30.0
Día 6	15.3	14.5	14.9	16.4	30.1
Día 7	15.6	14.7	15.4	16.6	30.8
Día 8	15.8	14.7	15.6	17.0	31.4
Día 9	15.8	14.6	15.8	17.1	31.9
Día 10	15.7	14.3	16.0	17.1	32.6
Día 11	15.5	14.3	16.0	17.5	33.4
Día 12	15.1	14.4	16.7	17.3	34.6
Día 13	15.3	14.4	16.9	16.8	33.0
Día 14	15.3	14.4	15.6	16.4	27.5
Día 15	15.2	14.5	15.7	15.9	27.5
Día 16	15.0	14.9	15.7	16.1	27.5
Día 17	15.0	14.8	15.7	16.3	27.9
Día 18	14.9	14.7	15.5	16.9	28.4
Día 19	14.9	14.7	15.6	16.7	28.8
Día 20	14.9	14.7	15.4	16.9	29.5
Día 21	14.9	14.6	15.4	16.9	29.7

7.4 Anexo 4: Clorosis en la hojas de *Phaseolus vulgaris*



Imagen 24: Clorosis poco avanzada en las hojas de *Phaseolus vulgaris*



Imagen 25: Clorosis muy avanzada en las hojas de *Phaseolus vulgaris*

Estudio comparativo de la eficacia de la enzima invertasa del hongo *Saccharomyces cerevisiae* en función del pH

Rodrigo Rojo García



Resumen

El objetivo de esta investigación era determinar cuál era el pH óptimo de la invertasa del hongo *Saccharomyces cerevisiae* para catalizar con eficacia la hidrólisis de la sacarosa.

Lo primero que se hizo para la investigación fue escoger el hongo del cual se iba a extraer la invertasa, que resultó ser el hongo *Saccharomyces cerevisiae* debido a su alto uso en la industria para reacciones químicas. Se extrajo del hongo la enzima en cuestión mediante un tampón acetato 0.1 M, pH 5, en NaCl 0.5 M y utilizando el método DNS, que utiliza el ácido 3,5-dinitrosalicílico para teñir de rojo las muestras en presencia de α -D-glucopiranososa, con un colorímetro se obtuvieron las absorbancias de muestras en diferentes pHs (11.8;12.0;12.2).

Fue necesario obtener una curva patrón de concentraciones de α -D-glucopiranososa y su absorbancia, utilizando el mismo método, para poder extrapolar la concentración de este monosacárido en las muestras estudiadas.

Con los datos de las absorbancias se realizaron pruebas t-student que da un resultado matemático a la comparación de los conjuntos de datos de las absorbancias.

A la vista de los resultados obtenidos podemos concluir que la enzima invertasa del hongo *Saccharomyces cerevisiae* es más eficaz en medios con pHs 12.0 y 12.2 que en un medio con pH 11.8.

Introducción

La especie de levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo unicelular que pertenece al grupo de los ascomicetos. Se les llama levaduras por la habilidad que le otorgan al pan cuando se añaden a la masa, pues producen dióxido de carbono al realizar la fermentación de azúcares y esto hace que la masa suba. Otro nombre que reciben es el de fermento, que viene del latín *fervere*, hervir, por el movimiento que adopta el mosto cuando este hongo metaboliza azúcares para dar lugar a alcoholes. Por tanto, este hongo es conocido por sus capacidades en la industria, pues es capaz de metabolizar azúcares de su entorno liberando dióxido de carbono y alcoholes¹⁰². Estas capacidades del hongo se utilizan industrialmente en la fabricación de pan, vinos y cervezas.

Una de las enzimas que le otorgan a la *S. cerevisiae* estas características es la enzima llamada invertasa (EC 3.2.1.26) que cataliza la hidrólisis de restos terminales no reductores de fructofuranósidos (polisacáridos compuestos por la condensación de β -D-fructofuranosa y otros monosacáridos). Una enzima es una proteína compleja muy especializada que produce una reacción química que normalmente es de un proceso metabólico¹⁰³. Las enzimas realizan en su mayoría una función química de catálisis, facilitan que se dé otra reacción.

La invertasa como se ha mencionado cataliza la hidrólisis de restos terminales no reductores de azúcares, el sustrato de este tipo más común es la sacarosa, por lo que la enzima también es conocida como sacarasa. Se denominó invertasa debido a que hidroliza azúcares dextrógiros, pero los productos son levógiros, lo que hace que cambie el desvío de la luz polarizada. Los productos levógiros, en el caso de la sacarosa, α -D-glucopiranos (glucosa) y β -D-fructofuranosa (fructosa), se llamaron "azúcares invertidos", porque invierten el desvío de la luz polarizada, por lo que la enzima que provoca la reacción fue llamada invertasa.

102CSIC, s.f. *Seres modélicos. Entre la naturaleza y el laboratorio*. [En línea] Available at: <http://seresmodelicos.csic.es/llevat.html> [Último acceso: 19 02 2016]

103Vorvick, L. J., 2015. *Medline Plus*. [En línea] Available at: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002353.htm> [Último acceso: 19 02 2016]

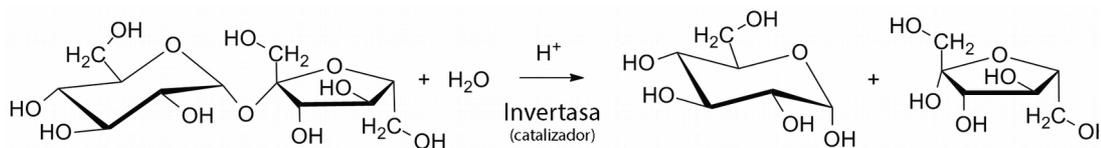


Ilustración 1

Una de las reacciones fundamentales que se va a tratar en este trabajo es la hidrólisis, en concreto, la hidrólisis de la sacarosa. La hidrólisis de la sacarosa consiste en romper el enlace $\alpha(1-2)$ o-glucosídico dicarbonílico utilizando agua. Este enlace es importante debido a que un enlace dicarbonílico implica que los azúcares que se han enlazado lo han hecho por el carbono que tenía propiedades reductoras, por lo que el disacárido perderá la capacidad reductora¹⁰⁴. Esto será importante a la hora de detectar la cantidad de α -D-glucopiranososa que hay en el medio, como se verá más adelante.

Como toda enzima la estructura tridimensional de la invertasa es fundamental para que pueda realizar su función de catalizar la reacción que le da al hongo en cuestión *Saccharomyces cerevisiae* las características por las que se le requiere industrialmente. La estructura tridimensional de una enzima se puede destruir en base a la desnaturalización de la misma, a lo que afecta factores externos tales como la temperatura o el pH. Para trabajar con una enzima se debe establecer la temperatura y pH ideales para el funcionamiento de la misma, por ello en esta investigación se ha trabajado con los pHs en los que la enzima invertasa de *S. cerevisiae* es más productiva. Se ha hecho reaccionar a la enzima con tres diferentes pHs (11.8; 12.0; 12.2).

Para trabajar con la enzima de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se debe extraer de las células primero. Para ello se trata con un tampón de extracción (tampón acetato 0.1 M, pH 5, en NaCl 0.5 M) que destruirá (lizará) las membranas plasmáticas de las células de *S. cerevisiae* para que se pueda tener acceso a las enzimas del hongo. Las enzimas quedarán disueltas en la solución.

Para seguir el progreso de la reacción al cabo de un tiempo determinado se tiene que poder o bien medir la concentración del sustrato o bien la concentración del producto. En este caso se mide la concentración del producto mediante el método DNS. Este método consiste en exponer al reactivo ácido 3,5-dinitrosalicílico (color amarillo) en un medio alcalino a un azúcar reductor, por lo que se reducirá a ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (color rojizo). El color rojizo del producto de esta reacción de reducción se puede medir con un colorímetro¹⁰⁵. Lo que hace este aparato es medir la absorbancia¹⁰⁶ de las muestras.

104Andión, A. P., s.f. *Curso de Biología*. [En línea]

Available at: <http://www.bionova.org.es/biocast/tema07.htm> [Último acceso: 19 02 2016].

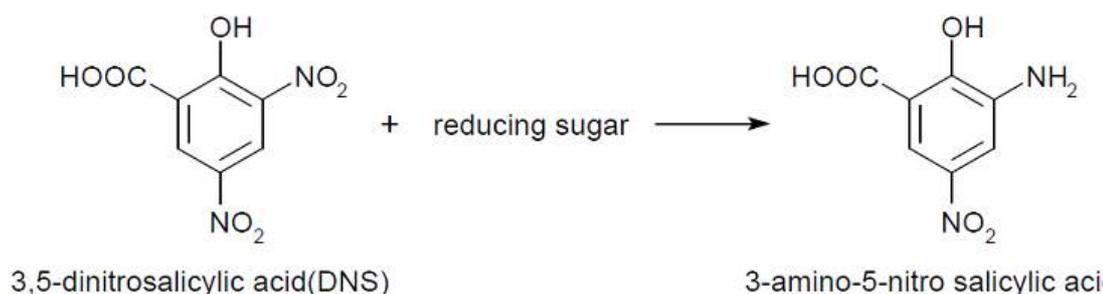


Ilustración 2

Este es el concepto clave de la experimentación. La invertasa de la *S. cerevisiae* cataliza la hidrólisis de la sacarosa, por lo que se pasa de tener un disacárido no reductor, debido al enlace dicarbonílico anteriormente mencionado, a dos monosacáridos reductores. Estos monosacáridos reductores reducirán el ácido 3,5- dinitrosalicílico, de color amarillo, a ácido 3 -amino -5-nitrosalicílico, de color rojo.

Después de aplicar el método DNS se medirá la absorbancia de las muestras con los diferentes pHs (11.8; 12.0 y 12.2) con un colorímetro. Un colorímetro, como significado literal de la propia palabra es un medidor de color. En este caso se ha utilizado un aparato que mide la absorbancia de muestras mediante un haz de luz. El aparato tiene tres posibles haces de luz, la roja, la azul y la verde, la elegida para este trabajo fue la luz verde. Este color fue elegido a causa de que los valores de absorbancia que se obtienen con muestras de color rojo con luces rojas y azules tienen variaciones demasiado pequeñas, en el caso de la luz roja, o variaciones que no tienen una relación aparente, en el caso de la luz azul.

La absorbancia que mida el aparato dependerá del haz que esté utilizando, por ello se suele referenciar a la absorbancia como la letra A y la longitud de onda de la luz utilizada, en el caso de esta experimentación 570 nm. El colorímetro hace incidir el haz de luz en la muestra para que pase a través de ella y tiene un sensor fotosensible en el otro lado que notará una diferencia entre la luz emitida y la luz recibida y eso lo traduce en la absorbancia de la muestra. Los datos se contrastarán con una curva patrón que se realizará aplicando el método DNS a unas concentraciones de α -D-glucopiranosas conocidas, para

105Wang, N. S., s.f. *Glucose Assay, University of Maryland*. [En línea] Available at: <http://www.eng.umd.edu/~nsw/ench485/lab4a.htm> [Último acceso: 17 02 2016].

106Absorbancia o densidad óptica: relación logarítmica entre la intensidad de luz que incide en una muestra y la intensidad de luz que se transmite a través de esa misma muestra: Labtech, B., s.f. *BMG Labtech*. [En línea] Available at: <http://www.bmglabtech.com/es/tecnologico/modos-de-deteccion/absorbancia/> [Último acceso: 19 02 2016]

extrapolar una relación entre la absorbancia de las muestras y la concentración de glucosa.

Los resultados obtenidos de los conjuntos de absorbancias de las muestras con diferentes pHs se han tratado con la prueba estadística t-student. La prueba que se utiliza comúnmente para constatar si hay diferencia significativa entre dos conjuntos de muestras es la prueba t -student. La t-student es una prueba estadística que da un resultado matemático que comprobado en base a un valor crítico (si es mayor o menor que el valor crítico) se determina si una hipótesis nula es correcta o no. La hipótesis nula (H0) que se establece en la t-student por convenio es que los conjuntos de muestras no poseen diferencia significativa.

Para realizar los cálculos son necesarias la media y la desviación típica halladas en la Tabla 1. Estos datos se utilizan en la siguiente fórmula, donde \bar{x} es la media del conjunto de valores X, S_x es la desviación típica del grupo de valores X y N es el número de valores de cada grupo.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N} + \frac{S_2^2}{N}}}$$

Los valores de t que da esta fórmula son los que se tienen que comparar con los valores críticos propios de esta prueba matemática de comparación. El valor crítico escogido depende del número de datos que se tienen, de los cuales se obtienen los llamados grados de libertad. Los grados de libertad se hallan con la siguiente fórmula, donde N_x es el número de datos del conjunto X.

$$\text{Grados de libertad} = (N_1 + N_2) - 2$$

Los grados de libertad junto con el porcentaje de fiabilidad, que con normalidad se utiliza el 95 % de fiabilidad, en una tabla propia de la t-student se puede observar el valor crítico para cada caso.

La pregunta de investigación es: ¿Existe diferencia significativa entre la efectividad de la enzima invertasa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en función del pH?

Se ha decidido trabajar con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* porque se utiliza en el campo denominado como biotecnología, campo que estudia las maneras de mejorar la vida humana en base a utilizar seres vivos, aunque en este caso las reacciones químicas que estos conllevan, para la industria. El uso de levaduras como método de preparación de sustancias se ha realizado desde la Edad Antigua y estudiar la eficacia que tendría en diferentes medios podría mejorar la efectividad de producción industrial actual.

El objetivo de esta investigación es hallar qué valor de pH es el óptimo para que la invertasa catalice la hidrólisis de la sacarosa para posible uso industrial.

Materiales y reactivos

- Pipeta 2 mL ± 0.01 / 10 mL ± 0.1
- Centrifugadora
- Placa calefactora
- Tubos de ensayo
- pH metro: pHScan 2
- Balanza de precisión: Chyo JL-180
- Colorímetro
- DNS (ácido 3,5- dinitrosalicílico)
- NaOH 1 M
- Tampón acetato 0.1 M, pH 5, en NaCl 0.5 M
- Levadura fresca *Saccharomyces cerevisiae*
- Sacarosa

Procedimiento

En este apartado se esquematizan los pasos que se han seguido para la experimentación:

- Realizar una curva patrón
- Destruir las membranas plasmáticas de las células de *Saccharomyces cerevisiae*
- Extraer la invertasa de las células lisadas
- Aplicar el método DNS
- Medir la absorbancia de las muestras con el colorímetro
- Colección y tratamiento de datos

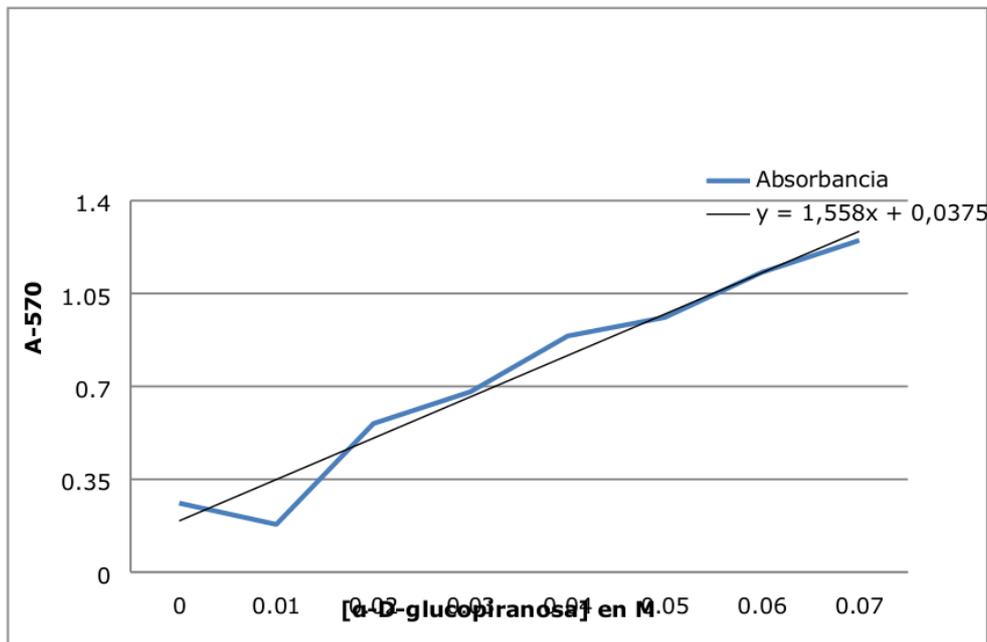
1.- Obtener una curva patrón es una parte importante en esta investigación dado que se podrá dar una equivalencia entre la absorbancia obtenida en una de las muestras y la cantidad de glucosa que tendrá la muestra.

Para obtener la curva patrón se hicieron ocho disoluciones de diferentes concentraciones de α -D-glucopiranososa que se pusieron a reaccionar con el reactivo DNS durante 20 minutos para dar el siguiente resultado:

Tabla 1: Absorbancia de las disoluciones de α -D-glucopiranososa en función de la concentración de este azúcar por el método DNS al cabo de los 20 minutos

$[\alpha$ -D-glucopiranososa] en M	A-570 nm ± 0.01
0	0.26
0.1	0.18
0.2	0.56
0.3	0.68
0.4	0.89
0.5	0.96
0.6	1.13
0.7	1.25

Para las concentraciones 0 y 0.01 M de α -D-glucopiranososa se han obtenido valores anómalos, por ello se han descartado los obtenidos en este rango para calcular la recta.



Con esta gráfica y los datos obtenidos de la experimentación se podrán aproximar las concentraciones de α -D-glucopiranososa que habrá en las muestras al cabo de 20 minutos.

2.- Para extraer la enzima invertasa se ha expuesto un gramo de levadura fresca del hongo *S. cerevisiae* a 4 mL del tampón de extracción (tampón acetato 0.1 M, pH 5, en NaCl 0.5 M, realizado en el laboratorio, a partir de ácido acético purísimo y cloruro de sodio sólido, en solución). Se agita el conjunto, lo que resultará en la lisis de las células (destrucción de su membrana celular y nuclear), lo que hará que la invertasa se encuentre ya en el medio.

3.- Después de agitar durante 15 minutos la muestra se somete a centrifugación durante unos 20 minutos. El sobrenadante será el extracto enzimático que se utilizará, que contendrá invertasa. El extracto enzimático se separará del precipitado, que serán los restos sólidos de las células lisadas, mediante filtración. Se realizan 30 extractos enzimáticos para poder obtener 10 resultados de 3 diferentes pHs. Los extractos enzimáticos se tienen que conservar en frigorífico si no se van a utilizar.

4.- Una vez se han obtenido los extractos de invertasa se procede a realizar la reacción. Para ello se añaden 2 mL de DNS en los 30 tubos de ensayo. Posteriormente se añaden, en 10 de ellos (los que se numeraron del 1 al 10) 3 mL de NaOH 1 M, en los 10 siguientes (11 al 20) 2 mL de NaOH 1 M y a los 10 restantes (21 al 30) 1 mL de NaOH 1 M. A continuación se añaden 2 mL de sacarosa a cada tubo y se ponen en baño María en el calentador eléctrico a 60 °C durante 20 minutos.

5.- Se cogen 1.5 mL de cada tubo a los 20 minutos de incubación a 60 °C y se meten en los tubos preparados para el colorímetro. Se calibra el colorímetro con un tubo con agua y seguidamente se introduce el tubo con la muestra para obtener la absorbancia de la misma.

6.- Se colectan los datos en una tabla

Tabla 2: Absorbancia a 570 nm de las muestras en función del pH de las mismas. Medias y desviaciones típicas de los conjuntos de las muestras.					
pH 12.2		pH 12.0		pH 11.8	
Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ±0.01	Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ±0.01	Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ±0.01
1	0.80	11	0.78	21	0.66
2	0.96	12	0.84	22	0.65
3	0.92	13	1.22	23	0.70
4	1.15	14	1.07	24	0.62
5	0.83	15	0.81	25	0.63

Tabla 2: Absorbancia a 570 nm de las muestras en función del pH de las mismas. Medias y desviaciones típicas de los conjuntos de las muestras.					
pH 12.2		pH 12.0		pH 11.8	
Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ± 0.01	Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ± 0.01	Nº de la muestra	Absorbancia a 570 nm ± 0.01
6	0.94	16	0.87	26	0.83
7	0.97	17	0.81	27	0.69
8	1.11	18	0.91	28	0.71
9	0.84	19	1.20	29	0.90
10	0.93	20	1.11	30	0.88
Media	0.95		0.96		0.73
Desviación típica	0.11		0.17		0.11

La media y la desviación típica son necesarias dado que a partir de los datos obtenidos se quiere estudiar si hay diferencia significativa entre la absorbancia a 570 nm en las muestras sometidas a pH 11.8, pH 12 y pH 12.2.

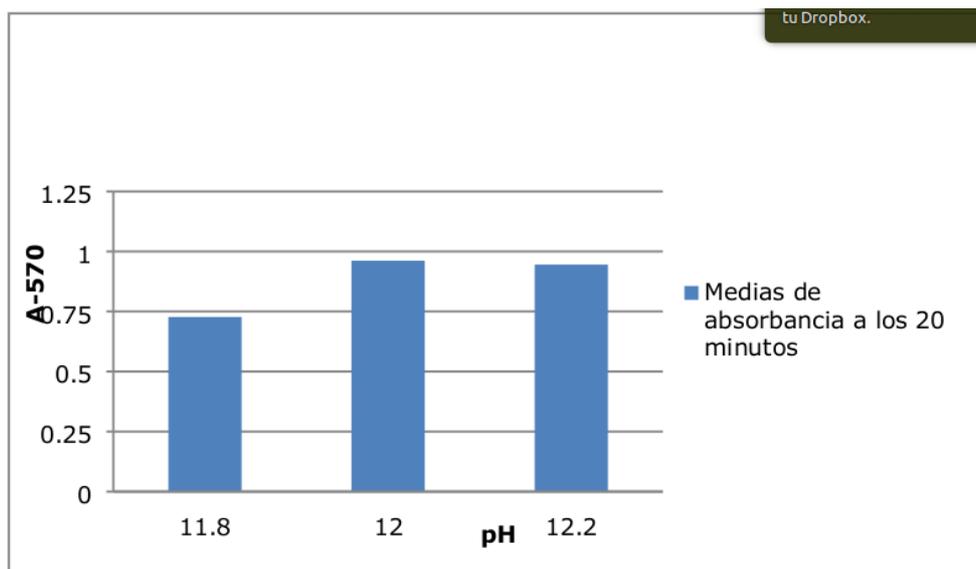
Antes de comprobar si hay diferencia significativa, se van a hallar las concentraciones de α -D-glucopiranosa que hay en las muestras, pues será un primer indicio de la efectividad de la enzima en los diferentes pHs.

Para calcular la concentración de α -D-glucopiranosa en las muestras estudiadas de invertasa y sacarosa, se ha utilizado la Gráfica 1. En la Gráfica 1 está representada la curva patrón que relaciona la concentración de α -D-glucopiranosa con la absorbancia. De los valores experimentales mediante los cuales se ha realizado la gráfica se ha extraído una progresión en el crecimiento de la absorbancia en base al crecimiento de la concentración de α -D-glucopiranosa. Esta progresión está representada en la Gráfica 1 por la recta $y=1.558x+0.0375$, donde y representaría la absorbancia y x la concentración del monosacárido.

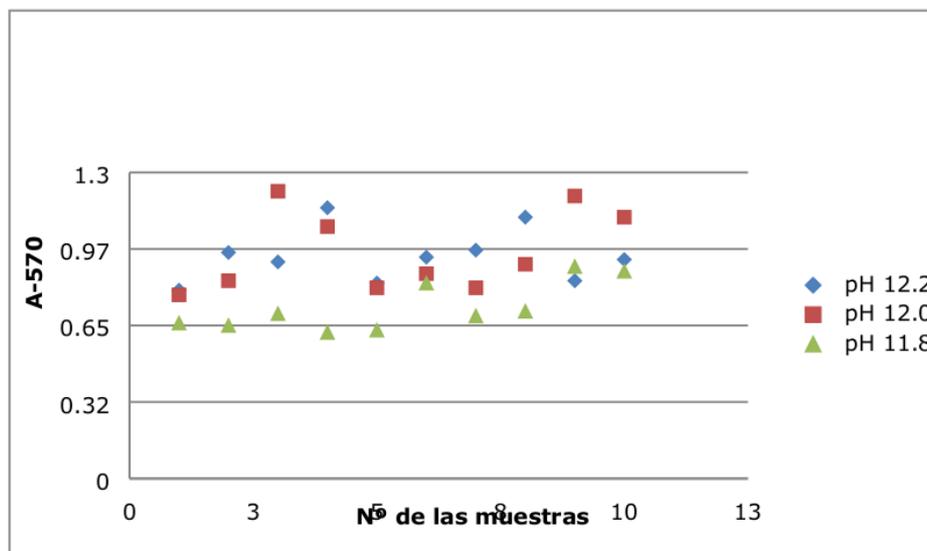
Tabla 3: Concentración de α-D-glucopiranososa en las muestras calculada a partir de la curva patrón en base al pH de las muestras					
pH 12.2		pH 12.0		pH 11.8	
<u>Nº de la muestra</u>	<u>[glucosa] (M)</u>	<u>Nº de la muestra</u>	<u>[glucosa] (M)</u>	<u>Nº de la muestra</u>	<u>[glucosa] (M)</u>
1	0.49	11	0.48	21	0.40
2	0.59	12	0.52	22	0.39
3	0.56	13	0.76	23	0.43
4	0.71	14	0.66	24	0.37
5	0.51	15	0.50	25	0.38
6	0.58	16	0.54	26	0.51
7	0.60	17	0.50	27	0.42
8	0.52	18	0.56	28	0.43
9	0.57	19	0.75	29	0.55
10	0.57	20	0.69	30	0.54

En la Tabla 3 se observan ya ciertas diferencias en la concentración de α -D-glucopiranososa de las muestras con pH 12.2 y pH 12 con las muestras de pH 11.8.

Teóricamente, debido a que las enzimas poseen determinadas condiciones ideales en las que realizan su función de catálisis con más eficacia, la absorbancia debería variar significativamente según varíe el pH en el que se encuentra. Esto se deberá a que la enzima invertasa no realice su función de catálisis de la hidrólisis de la sacarosa lo suficiente rápido o con la suficiente eficacia en medios con diferencias de pH significativas, pues suelen tener las enzimas un rango de pH para un nivel de trabajo óptimo. Para comprobar si hay diferencia significativa entre las diferentes absorbancias primero se realizan diferentes gráficas para constatar si hay solapamiento de datos, lo que significaría que habría que hacer uso de cálculos estadísticos.



La primera gráfica es la representante de las medias de las absorbancias a 570 nm (A-570) después de 20 minutos de reaccionar con el reactivo DNS la α -D-glucopiranosu y la β -D-fructofuranosa en los tres diferentes pHs.



En esta gráfica se observa una variación notable entre la media de las absorbancias del pH 11.8 y las de pH 12 y pH 12.2. Esto podría significar que hay, en efecto, una diferencia significativa, pero con esta gráfica no se puede saber seguro dado que está hecha con datos tratados y puede tratarse de una anomalía. Por ello se ha realizado una gráfica en la que se han expuesto en dispersión, todos los valores de las absorbancias de los diferentes pHs.

Con este gráfico se puede observar que algunos valores de absorbancia de las muestras de pH 11.8 se superponen a los valores de absorbancia de otras muestras de diferente pH. Por tanto con este gráfico sacamos la conclusión de que no se puede ver con este método si hay diferencia significativa entre los valores de absorbancia en diferentes pHs.

Los valores obtenidos de la t-student se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4: Valores de t-student calculados entre los conjuntos de muestras de pH 11.8 y pH 12; pH 11.8 y pH 12.2 y pH 12 y pH 12.2. Los valores críticos de t y la aceptación o negación de la hipótesis nula (H₀).			
	Conjuntos pH 11.8 y pH 12	Conjuntos pH 11.8 y pH 12.2	Conjunto pH 12 y pH 12.2
Valor de t	3.72	4.47	0.26
Valor crítico de t	1.73	1.73	1.73
¿Se acepta la H₀?	No	No	Sí

Conclusiones

Gracias a los datos que se han obtenido de la absorbancia de las muestras de invertasa y su posterior tratamiento se puede dar una respuesta a la pregunta de investigación anteriormente formulada: ¿Existe diferencia significativa entre la efectividad de la enzima invertasa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en función del pH?

En la realización de la curva patrón para poder tener una aproximación de la concentración de α -D-glucopiranososa en las muestras sometidas a estudio, se puede observar como aumenta la absorbancia según aumenta la concentración del monosacárido. Esto se debe a que a cuanto más azúcar reductor, más ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, que volverá más opaca a la muestra. Por esto la muestra absorberá mayor cantidad de luz, por lo que dejará pasar menos, por tanto mayor absorbancia.

En el cálculo de las concentraciones de α -D-glucopiranososa en las muestras de invertasa con el reactivo DNS y sacarosa se podía advertir una diferencia entre las concentraciones del monosacárido en las muestras con pH 11.8 y las muestras con pHs 12.2 y 12.0, tal y como se muestra en la Tabla 3. Esa dife-

rencia también es apreciable en las gráficas 2 y 3, pero estas pruebas son meramente visuales, por lo que matemáticamente podrían ser erróneas, por ello se realizó la prueba t-student.

Dado el resultado de las pruebas t-student representadas en la Tabla 4, el pH 11.8 sí posee diferencia significativa en los valores de la absorbancia en relación a los conjuntos de valores de los pHs de 12.2 y 12.0. Como se había previsto de la diferencia en las concentraciones de α -D-glucopiranososa (Tabla 3) y en los valores gráficos de las absorbancias (Gráficas 2 y 3). Esto significa que la invertasa cataliza con menor eficacia en un pH de 11.8 que en los pH de 12.2 y 12.0. Pero la otra prueba t-student también expuesta en la Tabla 4 demuestra que no hay diferencia significativa entre los valores de absorbancia de las muestras de pH 12.2 y pH 12.0. Por esto se podría sacar la conclusión de que el rango de pH estudiado óptimo para la reacción de catálisis de la invertasa hacia la hidrólisis de la sacarosa se encuentra entre los pHs 12.2 y 12.0.

Por tanto, se deduciría que tomar los pHs 12.0 y 12.2 como medio de cultivo de la *Saccharomyces cerevisiae* serían una opción que obtendría mayor rendimiento de la acción de la enzima invertasa (EC. 3.2.1.26) frente a un pH de 11.8.

Por último añadir nuevos objetos de estudio a raíz de esta investigación, como podría tratarse de estudiar el efecto de otros factores en la efectividad de la enzima o aumentar el rango de pH estudiado para tener una visión más global del rango efectivo de la invertasa. Estos objetos de estudio aumentarían el conocimiento que aporta esta investigación al rendimiento óptimo de la enzima invertasa del hongo *S. cerevisiae* dado que otorgaría nuevas condiciones óptimas para su uso en la industria química.

Bibliografía

Andión, A. P., s.f. Curso de Biología. [En línea] Available at: <http://www.bionova.org.es/biocast/tema07.htm> [Último acceso: 19 02 2016].

CSIC, s.f. Seres modélicos. Entre la naturaleza y el laboratorio.. [En línea] Available at: <http://seresmodelicos.csic.es/llevat.html> [Último acceso: 19 02 2016].

Labtech, B., s.f. BMG Labtech. [En línea] Available at: <http://www.bmg-labtech.com/es/tecnologico/modos-de-deteccion/absorbancia/> [Último acceso: 19 02 2016].

Vorvick, L. J., 2015. Medline Plus. [En línea] Available at: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002353.htm> [Último acceso: 19 02 2016].

Wang, N. S., s.f. Glucose Assay, University of Maryland. [En línea] Available at: <http://www.eng.umd.edu/~nsw/ench485/lab4a.htm> [Último acceso: 17 02 2016].

Imagen 1: Anónimo (2016)Hidrólisis de la sacarosa catalizada por la invertasa Consultada en: <https://curiosoando.com/invertasa-en-la-industria-alimentaria> el: 29/02/2016

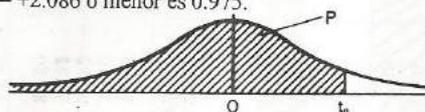
Imagen 2: Anónimo (s.f.) Reducción del ácido 3,5-dinitrosalicílico Consultado en: <http://2011.igem.org/Team:Kyoto/Digestion> el: 29/02/2016

Imagen 3: Anexo 1: Caña, R. (2014) Tabla t-student Consultado en: <http://olatz.hol.es/tabla-t-student/> el: 29/02/2016

Anexo 1

TABLA D
Distribución de t

Valor de t correspondiente a ciertas probabilidades seleccionadas (es decir, áreas de la cola bajo la curva). Para ilustrar: la probabilidad de que una muestra con 20 grados de libertad tenga un valor de $t = +2.086$ o menor es 0.975.



DF	$t_{.60}$	$t_{.70}$	$t_{.80}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$
1	0.325	0.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.289	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.277	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.271	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.267	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.265	0.553	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.263	0.549	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.262	0.546	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.261	0.543	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.260	0.542	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.260	0.540	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.259	0.539	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.259	0.538	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.258	0.537	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.258	0.536	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.258	0.535	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.257	0.534	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.257	0.534	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.257	0.533	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.257	0.533	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.257	0.532	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.256	0.532	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.256	0.532	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.256	0.531	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.256	0.531	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.256	0.531	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.256	0.531	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.256	0.530	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.256	0.530	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.256	0.530	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.255	0.529	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.254	0.527	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.254	0.526	0.845	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Fuente: adaptada con permiso de W. J. Dixon y F. J. Massey, Jr., *Introduction to Statistical Analysis*, 3ª ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, copyright © 1969. Las cifras son originales de la tabla III de R. A. Fisher y F. Yates, *Statistical Tables*, Oliver & Boyd Ltd., London.

Ilustración 3: Tabla t -student de la que se ha extraído el valor crítico de t

Diferencias y paralelismos lingüísticos entre las letras de las canciones del Rock español de las últimas décadas del siglo XX y del flamenco actual

Estefanía Saiz Bautista



*“El modo en que diferentes formas de música popular usan
distintas estructuras narrativas, conforman sus propios
modelos de identidad y articulan diferentes emociones”*

Simon Frith (2001)

Resumen

E Los estilos musicales presentan aspectos temáticos y expresivos que los hacen diferentes, más allá de las peculiaridades musicales. Considero que es posible establecer una metodología para su análisis que explique estas diferencias desde el punto de vista lingüístico ya que creo que nacen de la forma particular de cada uno de relacionar los elementos de la comunicación con las funciones comunicativas. Roman Jakobson, propone un modelo lingüístico con el que analizar estas diferencias, según las funciones del lenguaje que predominen en cada texto y el protagonismo de alguno de los elementos de la comunicación.

Escogeré para este análisis dos estilos muy diferentes. El rock de las últimas décadas del siglo XX en España, con su carácter moderno y renovador, propuso al lenguaje como un medio favorable para la extensión de nuevas corrientes de pensa-

miento, surgidas por un momento de transición política y social. Así, la preocupación por la elocuencia, que hiciera posible llegar y convencer de manera eficaz, se refleja en la elaboración de las letras de las canciones, muchas de ellas, con un carácter reivindicativo y transgresor.

El otro objeto de análisis será el flamenco. La interpretación de sus canciones destaca por una intensidad expresiva que es capaz, también, de impactar de una forma muy potente en el receptor, pero esta vez a través de un fuerte sentimiento, fruto de la explosión emocional del momento en el que se canta.

Pueden verse como estilos opuestos en su riqueza lingüística: el rock se preocupa por conseguir un mensaje elaborado y lingüísticamente complejo con el que mover al lector de una forma más intelectual, mientras que el flamenco utiliza recursos más emocionales, en detrimento de una sintaxis y un lenguaje muy elaborados, de forma heterodoxa, consiguiendo así un efecto más intuitivo y pasional, que surge en el momento de la interpretación.

Introducción

El Rock de la España de 1980 se caracteriza por presentar canciones con una gran profundidad intelectual. Esto se debe a un afán transformador por parte de cantautores que se volcaron por completo en letras cargadas de sentimiento. Asimismo, el flamenco constituye no sólo un estilo de música, sino una forma de vida; una forma de expresión que promueve la creación de canciones apasionadas, caracterizadas por una intensidad expresiva que alcanza hasta lo más puro del alma.

Ambos estilos poseen, pues, una potencia comunicativa evidente que puede someterse a comparación, pues se consigue a través de usos distintos de la lengua. Así, el objetivo de esta monografía es analizar los elementos que diferencian e identifican a cada estilo, a través de los recursos comunicativos que cada uno emplea en la elaboración de las canciones.

Estos contrastes se analizarán a través del modelo lingüístico propuesto por Roman Jakobson, el cual permite establecer y analizar la relación inherente entre las seis funciones del lenguaje y los seis componentes del proceso de comunicación lingüística.

Se pondrán de manifiesto las características que permiten reconocer, por un lado, al Rock, como un estilo que propone mensajes transgresores, en forma de canciones que pueden ser calificadas como poemas, con una prosa elaborada y abundantes recursos lingüísticos y expresivos, que en ocasiones, incluso, podrían prescindir del factor musical e impactar en el receptor de la misma forma. Por otro lado, el flamenco, un estilo musical que conmueve con mensajes que nacen del corazón y no tanto de la inteligencia, dando lugar a canciones que presentan arcaísmos, un lenguaje coloquial e incluso elementos paralingüísticos, propios de la explosión emocional del momento en el que se canta, en detrimento de la utilización de una sintaxis ortodoxa.

Cuerpo

Cuerpo

El presente trabajo nace de la intención de analizar en qué elementos residen las diferencias de los estilos musicales, y más particularmente, del Rock característico de España en las últimas décadas del siglo XX (concretamente de los años 80) y del flamenco, desde una óptica más general. Ambos dotan a la música de una potencia comunicativa evidente, que la convierte en un fuerte medio de transmisión de ideas, utilizando de forma particular, diferentes recursos comunicativos que los proponen como estilos musicales susceptibles de ser comparados entre sí, a través de un análisis lingüístico. Para comprender la forma que adoptan las canciones en cada estilo, y por tanto, cómo surgen las características que los identifican o diferencian, hay que partir del contexto de ambos estilos.

El flamenco nació en Andalucía cuando gitanos, andaluces y otros pueblos como judíos y

moriscos coincidieron en la zona hacia finales del siglo XV. Estos grupos convirtieron aquello que los unía, una baja posición social así como el padecimiento de hambre y miseria, en gritos y llantos de rabia que, con el tiempo, han evolucionado en lo que hoy se conoce como flamenco¹⁰⁷. Este estilo de música, por tanto, se identifica con la expresión de emociones que surgen de lo más profundo del alma, de la dimensión más personal, y que se impregnan en aquellos que las entienden, que saben apreciar el sentimiento que es traducido por la música. Esto está, además, relacionado con su tradición oral, nunca estrictamente sujeto a una letra y música escritas, lo cual, quizá, pueda entenderse como el vestigio de la intervención del pueblo gitano en su creación¹⁰⁸.

107 "El proletario andaluz y el perseguido gitano tenían que entenderse perfectamente a través de algo vagamente parecido a una instintiva y común conciencia de clase. Desde el punto de vista antropológico, como hecho fundamentalmente humano y en calidad de expresión artística de una colectividad, el cante flamenco es la queja de un pueblo secularmente subyugado. (##) El flamenco es el grito elemental-en sus formas primitivas- de un pueblo sumido en la pobreza y la ignorancia, para quien sólo existen las necesidades perentorias de la existencia primaria y los sentimientos instintivos. (##) Ahí es donde hemos de buscar la motivación social y psicológica de las coplas que no son sino desesperación, abatimiento, lamento, renuncia, expansión biográfica, superstición, imprecación, magia, alma herida, confesión oscura de una raza doliente e irredenta." Cita de Thiel-Crámer tomada de: Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pd. ISBN: 130382-5259

108 [Los gitanos] proceden originalmente del norte de la India y [...] por algunos motivos dejaron su tierra y sedespararon por muchos países distintos y llegaron a España entre los años 1417 y 1422. No se sabe mucho con certeza sobre su origen, debido a que no existen muchos

Esto justifica el uso de aspectos como "léxico escaso, vulgar, con arcaísmos, e incrustaciones del caló [...] situaciones referenciales de marginación, desamparo social, hambre [...] sintaxis coloquial, de la elección de los motivos para construir una comparación, una metáfora o una hipérbole [...]"¹⁰⁹, todos ellos característicos de este estilo. Sirva la siguiente referencia del poeta Manuel Machado como autoridad que confirma lo comentado: "Las coplas no se escriben: se cantan y se sienten. Nacen del corazón, no de la inteligencia y están hechas más de gritos que de palabras"¹¹⁰.

Para hablar sobre el origen del Rock en España, me ceñiré al contexto histórico-social de las últimas décadas del siglo XX. En 1975 acabó la etapa dictatorial que había vivido el país tras la muerte del General Franco. A partir de ese momento las manifestaciones artísticas ya no tenían que pasar por la censura, permitiendo el surgimiento de diferentes formas de expresión, que se concentraron en Madrid, donde la nueva condición de libertad dio lugar a "La Movida madrileña", un movimiento socio-cultural, fundamentalmente juvenil, que se identificó con la modernización, por la recuperación de la voz y la identidad que España había perdido durante la dictadura. La década de los 80 estuvo marcada por un panorama musical que destacó por convertirse en el vehículo de expresión por la renovación y la innovación. Así, ya sea en la música o en la política, el lenguaje¹¹¹ adquirió gran relevancia, al convertirse en el medio divulgativo esencial de este movimiento, que impregnó las canciones de los autores identificados con la movida, de una preocupación por conseguir un mensaje elaborado, como si de pura prosa se tratara en algunos casos, que refleja una profundidad intelectual fruto de una inquietud de cambio.

El contexto histórico-social que envuelve un estilo musical, impacta de forma directa en las canciones que componen los autores que viven en él, pues en ellas recrean, tanto en el contenido como en la forma que adoptan, el am-

documentos que hablan sobre el tema, ya que se trata de una cultura ágrafa, como eran todas las culturas de la India. La gente de allí no solía escribir, sino guardaba todo en su memoria y lo transmitía oralmente. Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pdf. ISBN: 130382-5259.

109 Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pdf. ISBN: 130382-5259.

110 Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pdf. ISBN: 130382-5259.

111 G. Naharro, F. El cambio de mentalidad de la sociedad española durante el periodo de la transición a la democracia. "movida" y cambio social (1975-1985) [en línea] universidad complutense de madrid [fecha de consulta: 10 de febrero de 2016] disponible en: <http://www.unican.es/nr/rdonlyres/0000e1b3/>

biente en el que nace su espíritu artístico y el mensaje que desean transmitir. Por lo tanto, resulta lógico encontrar en el origen del flamenco, una justificación de la intensidad expresiva que adquiere su música, a través de ritmos muy marcados y un léxico despreocupado, en cuanto a la elaboración del mensaje, carente de abundantes recursos lingüísticos y que incluye incluso, elementos paralingüísticos, fruto de la explosión emocional que tiene lugar en el momento de la interpretación. Asimismo, el rock de los años 80 en España, cultivó una mentalidad de renovación social y cultural, que se vio reflejada en letras de canciones surgidas de reflexiones desde el más puro intelecto, creando así, mensajes críticos de cambio elaborados con elementos lingüísticos más propios de la lírica tradicional.

Para el análisis que se pretende con este estudio, se han escuchado, leído, analizado y comparado canciones de numerosos autores (cantautores y grupos), conocidos, y también desconocidos en el caso del flamenco¹¹². Debido a la extensión del trabajo, he seleccionado los que considero más representativos: Joan Manuel Serrat, Joaquín Sabina y Luis Eduardo Aute, para el Rock; y José Mercé y Camarón de la isla, para el flamenco.

Roman Jakobson¹¹³ propuso un modelo lingüístico¹¹⁴ que analizaba no sólo las diferentes características del proceso comunicativo¹¹⁵, sino también sus funciones¹¹⁶. Así, Jakobson identifica seis "factores constitutivos"¹¹⁷ que configuran la comunicación lingüística y los relaciona directamente con las funciones¹¹⁸ lingüísticas que desempeñan:

112 Rodríguez Marín, F. (1929) *El alma de Andalucía*. Madrid. Tipografía de la revista de archivos, bibliotecas y museos.

113 (2015) *Funciones del lenguaje según Roman Jakobson*. EDITORIAL IMPERIA. Recuperado el 22 de diciembre de 2015 de <http://editorialimperiamedia.com/funciones-del-lenguaje-segun-roman-jakobson>

114 Entendido como un método riguroso de análisis de la lengua.

115 Se entiende por proceso comunicativo, aquel por el que una persona, el emisor, manifiesta un mensaje (una imagen, un gesto, un sonido) a un receptor a través de un medio o canal, para lo que se emplea un código común, procurando lograr el entendimiento de su significado.

116 Se denominan funciones del lenguaje aquellas expresiones del mismo que pueden transmitir las actitudes del emisor (del hablante, en la comunicación oral y del escritor, en la comunicación escrita) frente al proceso comunicativo. El lenguaje tiene seis funciones: Función Emotiva o Expresiva, Función Conativa o Apelativa, Función Referencial, Función Metalingüística, Función Fática, Función Poética. Profesor en línea. Recuperado el 24 de enero de 2016, de: <http://www.profesorenlinea.cl/castellano/LenguajeFunciones.htm> Registro No 188.540

117 Los seis factores constitutivos del proceso de comunicación entendido por Jakobson son: el emisor, que emite el mensaje; el receptor, que recibe el mensaje; el mensaje, la experiencia recibida y emitida en el proceso comunicativo; el código lingüístico, el conjunto organizado de unidades y reglas de combinación propias de cada lengua natural, en este caso, el castellano; el canal, permite establecer y mantener la comunicación, en este caso, la música; el contexto, proporcionado por el tiempo y el espacio en el que se encuadra el proceso comunicativo.

118 Las funciones del lenguaje asociadas al modelo de Jakobson pueden entenderse de la siguiente

ELEMENTOS DEL PROCESO COMUNICATIVO	FUNCIONES DEL LENGUAJE ¹²
EMISOR	Emotiva
RECEPTOR	Conativa
MENSAJE	Poética
CÓDIGO	Metalingüística
CANAL	Fática
CONTEXTO	Referencial

Como todo modelo teórico, el planteamiento de Jakobson resulta una simplificación pedagógica, un recurso utilizado para comprender una realidad ya de por sí compleja. Esta monografía plantea, en cierto sentido, una “simplificación de dicha simplificación”, ya que presta atención sólo a determinados elementos en los que se puede poner un énfasis esencial. Concretamente, en una misma porción de una sola canción, pueden estar interaccionando, y de hecho lo están, las seis funciones mencionadas por Jakobson.

De las seis funciones se prestará atención a tres determinadas por razones concretas. En primer lugar, resulta llamativo cómo en las letras de los autores del Rock de los años 80 y 90, existe una profundidad intelectual que se refleja en la forma que adopta el mensaje, a través del contenido que el autor desea presentar. Por otro lado, a pesar de la ausencia de un gran contenido en cuanto a las letras, se produce un potente efecto emocional en las del flamenco.

Además, de estos dos puntos se destilan claras diferencias en dos tipos de mensaje respectivamente. En el caso del Rock, la elaboración de las letras de las canciones, requiere un trabajo previo por parte del autor, muy exhaustivo y concienzudo, siendo necesario que conozcan en profundidad el lenguaje que manejan, las estrategias poéticas para embellecerlo así como los elementos no sencillos como son los recursos literarios¹¹⁹. En cuanto al flamenco, el contenido poético está mucho más sujeto al momento emocional, a lo que el

forma: si se centra en el emisor, se habla de función emotiva; centrada en el receptor, se trata de función conativa, pretendiendo que el oyente actúe en conformidad con lo que se expresa; cuando se centra en el contexto, se habla de función expresiva o referencial al aportar datos; se hablará de función fática cuando el centro es el canal; la función metalingüística aparece al referirse al código mismo, esto es, el lenguaje hablando del lenguaje; finalmente la función poética se centra específicamente en el mensaje y procura su uso, es decir, producir un efecto especial en el destinatario.

119 Los recursos literarios son el conjunto de técnicas, figuras retóricas y planteamientos estilísticos que un escritor utiliza para crear una obra literaria. (...) Los recursos literarios son las distintas formas de combinar las palabras y de crear un estilo narrativo propio (...). Los recursos literarios se utilizan en todos los géneros literarios, aunque es en la poesía donde se emplean más ampliamente, ya que el lenguaje poético no aspira simplemente a describir una realidad sino a la belleza misma. (2007) Definición abc. Tu diccionario hecho fácil. [fecha de consulta: 13 de febrero de 2016] Disponible en : <http://www.definicionabc.com/general/recursos-literarios.php>

autor siente, resultando en un mensaje mucho más espontáneo, ciertamente, lo cual le puede restar perdurabilidad en el tiempo. De esta forma, el receptor ha de estar sumergido en el momento emocional del emisor para captar toda la fuerza del mensaje. En este sentido, sería una característica más propia del Rock, por el contrario, que el emisor pueda recordar, reflexionar y profundizar en una letra elaborada aunque se encuentre alejado del momento en el que se produjo su emisión, de forma que no pierda demasiada fuerza lo que quiso decirse.

Así, una letra de Sabina siempre tendrá más fuerza cantada que leída, como tendrá más fuerza una letra de Camarón expresada de la misma forma, en cuyo caso, la función fática que aporta el canal es inapelable. Pero evidentemente, una letra de Sabina no está tan necesitada del momento emocional o musical de la actuación, como lo está una letra de Camarón, absolutamente dependiente de la explosión emocional del intérprete en ese momento. Su propio estilo obliga a la presencia del tan conocido “duende”¹²⁰, don indescriptible para los puristas del flamenco, pero que quizá no esté tan lejos de la profunda emotividad con la que se interpreta el mensaje. Así pues, con pesos diferentes en cada estilo, las funciones expresiva y apelativa están presentes en ambos, del mismo modo que lo está la función poética ligada al mensaje, y la fática ligada a la música que funciona como canal.

En el caso del Rock, el componente expresivo es mucho más cognitivo que emocional. Por el contrario, el flamenco se presenta marcado por la expresión más basada en la emoción. Esto tiene una consecuencia evidente en la función apelativa, es decir, en el efecto que se produce en el receptor, pues éste será, en el caso del Rock, no solo emocional, sino también cognitivo más perdurable en el tiempo, capaz de producir cambios de ideología, de pensamiento, de actitud y de conducta, mientras que en el flamenco, producirá una efervescencia emocional absolutamente potente, pero efímera.

La función expresiva, centrada en la información que transmite el emisor desde lo personal, en la comunicación de contenidos de forma subjetiva,

120 Este concepto puede estar directamente relacionado con la “jondura”, precisamente, la reflexión acerca de los sentimientos que expresa el flamenco. En palabras de Diego Martín: “Lo jondo es el concepto que describe un resorte que nos mueve, nos remueve y nos conmueve de una manera distinta que ante la contemplación de una obra de arte o la escucha de una sinfonía. [...] tiene que ver con la búsqueda dentro de nosotros mismos de todo lo que es más nuestro, de lo que duele. [...] es un categoría estética que parte de insegura conciencia humana del yo. Se trata siempre de salir de esa conciencia para arrebatarle, en la medida en que sea posible, algún protagonismo a la forma, a lo que se ve, al flamenco que se recarga de más ornamentación de la que necesita para decir lo que quiere decir el hombre.” Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pdf. ISBN: 130382-5259

está en el Rock y en el flamenco materializada en diferentes temas: la niñez, un barrio, una historia## Parten de elementos reales y explican, narran, mencionan y enumeran, lo cual está relacionado por completo, con una intención de contar, de transmitir ideas o contenidos, información, en definitiva.

Tenía diez años y un gato peludo, funámbulo y necio

(...)

Tenía un cielo azul y un jardín de adoquines,

y una historia a quemar temblándome en la piel.

Era un bello jinete sobre mi patinete,

burlando cada esquina como una golondrina,

sin nada que olvidar, porque ayer aprendí a volar,

perdiendo el tiempo, mirando el mar.

(Joan Manuel Serrat, "Mi niñez")

Serrat habla sobre su niñez apelando a sus recuerdos, utilizando la función expresiva, principalmente, con una clara elaboración de los contenidos al utilizar abundantes recursos literarios como epítetos¹²¹ (bello jinete), metáforas¹²² (jardín de adoquines) comparaciones¹²³ (jinete sobre mi patinete, como una golondrina) y otros, como atribuirse cualidades no propias de un humano¹²⁴ (aprendí a volar). Por otro lado, la función poética está muy presente; podría hablar de modo objetivo y ser igualmente comprendido, sin embargo escoge una fusión entre lo expresivo y lo estético, es decir, selecciona el léxico y lo combina para obtener el efecto deseado. Como consecuencia de este propósito, aparecen conceptos que se encuadran dentro de un imaginario colectivo, dada su potencialidad emocional, que apelan a las sensaciones que producen

121 Adjetivo o participio cuyo fin principal no es determinar o especificar el nombre, sino caracterizarlo. Como recurso estilístico, el epíteto consiste en destacar una cualidad que es propia de un sustantivo. Risso, Ma E. GLOSARIO DE TÉRMINOS LITERARIOS. [en línea] [fecha de consulta: 6 de enero de 2016] Disponible en: www.ladeliteratura.com.uy/baul/diccionario.pdf

122 Traslación del sentido recto de una voz a otro figurado, en virtud de una comparación tácita, como en las perlas del rocío, la primavera de la vida o refrenar las pasiones. Real Academia Española (2001) Diccionario de la lengua española (22. a ed.) [fecha de consulta: 8 de febrero de 2016] Consultado en <http://dle.rae.es/?id=P4sce2c>

123 [También llamado símil] Figura retórica que hace notar formalmente el parecido entre los objetos comparándolos expresamente, para dar idea viva y eficaz de uno de ellos. Risso, Ma E. GLOSARIO DE TÉRMINOS LITERARIOS. [en línea] [fecha de consulta: 6 de enero de 2016] Disponible en: <http://www.ladeliteratura.com.uy/baul/diccionario.pdf>

124 [También llamado prosopopeya] Atribución de cualidades humanas a elementos que no lo son. Risso, Ma E. GLOSARIO DE TÉRMINOS LITERARIOS. [en línea] [fecha de consulta: 6 de enero de 2016] Disponible en: <http://www.ladeliteratura.com.uy/baul/diccionario.pdf>

en aquel que escucha la canción. Algunos de esos elementos son el cielo, la piel, el mirar al mar y la misma infancia.

Al mismo tiempo, la función expresiva acompaña a una intención de mover sentimientos, es decir, hay función conativa y poética, pero esta última, basada sobre todo en la utilización del mensaje para conseguirlo, está mucho más elaborada en el caso del rock que en el caso del flamenco. Así, cuando Serrat habla de su niñez, de alguna forma, también apela a la niñez de quien escucha, mueve los sentimientos del receptor al utilizar un elemento tan simbólico.

De la misma forma, José Mercé, apela en su tema "Aire" a elementos de su entorno personal, concretamente de su barrio, pero la forma de evocar sentimientos, no es tanto mediante el contenido del lenguaje (función expresiva), sino, sobre todo, a través de la ausencia de elaboración del mensaje. Es más, se espera que sea un elemento de naturaleza paralingüística, esto es, que refuerce el mensaje escrito con expresiones interjectivas, el "jaleo"¹²⁵ según la terminología flamenca, lo que mueva y de hecho, demuestre, los sentimientos, tanto del emisor, como del receptor, pero ya no por vía informativa sino por la espontaneidad en la expresión del mensaje. Lo importante, por tanto, es la emoción, de modo que ya no tienen tanto sentido las figuras literarias, los conceptos ideológicos o los datos concretos, ni siquiera un rigor en la vocalización de las palabras; incluso se llegan a introducir onomatopeyas¹²⁶.

*Abre la ventana que avive la mañana
al cuarto y a la cocina
airee airee
lele pom pom (...)
aire nuevo aire fresco pa la casa
aire aire pasa pasa
que tenga la puerta abierta
la alegría pa la casa (...)
Por una canción
que salía de un coche*

125 [...] se denomina jaleos a todas aquellas expresiones que exclaman los artistas flamencos para animar tanto el cante, como el toque o el baile. Exclamaciones que por otra parte deben ser expresadas a compás, esto es, ciñéndose a la rítmica propia de cada género a fin de no romper la magia que debe desprenderse de cualquier interpretación flamenca. Ortiz, M. (2010) Jaleo. Flamenco viejo. Recuperado el 16 de febrero de 2016, de: www.flamencoviejo.com/jaleo.html

126 Formación de una palabra por imitación del sonido de aquello que designa. Real Academia Española (2001) Diccionario de la lengua española (22.ª ed.) [fecha de consulta: 8 de febrero de 2016] Consultado en <http://dle.rae.es/?id=R4sveke>

*y una oscura noche
como el parazul
en la calle de las tres espinas
cantaba el sabina y esa de Jesús le recordaría mientras paseaba
que no tiene las playas
lo que lo que ayer tenía lo que
grabaito en la arena
y el corazoncito de la magdalena*
(José Mercé, "Aire")

En esta última estrofa, probablemente la más repleta en contenido de toda la canción y por tanto, la que muestra más claramente la intervención de la función expresiva, también pone de manifiesto las diferencias, evidentes, con "Mi niñez". Sigue un hilo de contenido menos lógico, dando lugar a enunciados independientes unos de otros, incluye sonidos onomatopéyicos, casi sin sentido (lele pom pom) y usa un vocabulario descuidado (el sabina, y esa de Jesús), escribiendo como se habla y prescindiendo de un uso ortodoxo del lenguaje (grabaito, corazoncito de la magdalena).

Véanse los siguientes versos de Camarón. Son cortos y concisos, lo cual aporta una sentenciosidad al mensaje que se aleja de cualquier intención basada en el embellecimiento mediante figuras literarias, como tampoco muestra un trabajo demasiado concienzudo al haber elaborado la letra. Además, las frases muestran la estructura dogmática del lenguaje, adquiriendo un sentido completo y directo, que puede estar relacionado con el deseo de evocar un sentimiento profundo y tan personal, como es el amor, sin la necesidad de hacerlo a través de un mensaje grandilocuente conseguido a partir de numerosos recursos y estructuras complejas. De nuevo, existe un mayor énfasis en la función emotiva, sin dejar de estar acompañada de la referencial.

*Era una noche de invierno
tu ventana yo miraba
grandes locuras de amarte por mi sentío pasaban.*

(Camarón de la Isla, "Te fuiste en silencio como el agua de los ríos")

Continuando en este mismo hilo argumental, se propone la siguiente comparación. No es habitual encontrar una canción versionada, en dos estilos tan distintos como el Rock y el flamenco. Se aborda entonces, el siguiente ejemplo hasta cierto punto "insólito", que se produce con respecto a la canción "Al alba", escrita e interpretada por Luis Eduardo Aute, y más tarde transportada al flamenco por José Mercé.

Aute la transmite con una calma y tranquilidad que invitan a recibirla como objeto de reflexión en aquello que él cuenta y comparte con el receptor, obligándole prácticamente a centrarse en la letra (función poética, consecuencia de la expresiva), pues es ésta la protagonista, y no tanto la música en sí o la propia voz del intérprete. En el caso de la interpretación de Mercé, la letra pasa a un segundo plano para dar importancia al ritmo, más marcado y a un compás más acelerado, reforzando la expresividad momentánea del mensaje (función fática). Asimismo, el cantaor, al no preocuparse por conseguir una canción bien estructurada y argumentada, muestra un deje en el vocabulario, que también se ha demostrado en los ejemplos anteriores, fruto del sentimiento espontáneo. Así, invita a recibir la canción, no por su contenido, sino por la forma que adopta a través de la música, construyendo lo que se parece más a un medio de desahogo personal. Aute propone un poema, que podría únicamente ser leído sin perder significado, mientras que Mercé se vale de la música para aportar fuerza a ese mismo mensaje, que además, ha convertido en propio al modelar las palabras según el acento andaluz¹²⁷ (madrugadau, largau, arba), e incluso los versos, incluyendo expresiones propias de la improvisación (ay amor mio al alba).

*Si te dijera amor mío
que temo a la madrugada,
no sé qué estrellas son estas que hieren como amenazas,
dicen que sangra la luna al filo de su guadaña.*

*Presiento que tras la noche vendrá la noche más larga,
quiero que no me abandones
amor mío al alba.*

(Luis Eduardo Aute)¹²⁸

*Si te dihera amor miou
que temo a la madrugadau,
no se que estrellah son estau que hieren como amenasah,*

127 La pronunciación andaluza es muy importante para el cante flamenco, y así para el género en todos los aspectos, un ejemplo de eso son los nombres dialectales cantaor/ cantaora, bailaor/bailaora, tocaor/ tocaora que designan solamente artistas flamencos. Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.pd. ISBN: 130382-5259

128 “Al alba” (Luis Eduardo Aute): [carlos ernesto viera]. (9 de agosto de 2009). Luis Eduardo aute al alba [Archivo de vídeo]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=zPW_iz40Bl0

dicen que sangra la luna al filo de su guadaña.

*Presiento que trah la noche vendra la noche mas largau,
quiero que no me abandoneh
ay amor mio al arba.*

(Transcripción fonética básica de la
interpretación de José Mercé)¹²⁹

Se introduce como último bloque de este estudio analítico, el amor, un sentimiento de naturaleza inexplicable, e íntimo hasta lo más profundo del alma y que muchas veces no es fácil de poner en palabras. Al hablar de amor, se evoca normalmente el platónico, el que se profesan dos personas amantes. Sin embargo, y a modo de siguiente ejemplo, éste puede estar dirigido a un país, una nación, a una cultura que provoca en el autor un sentimiento patriótico por el que obtiene una identidad que lo retrata. Esto ocurre en "Mediterráneo", un tema en el que Serrat derrama todo su amor por el mediterráneo en versos que trascienden la prosa para dibujar, en este caso el mar, al explicar todo aquello que le recuerda a "su amado" mediante versos que transforman las palabras en realidad, a través de recursos que apelan constantemente a los sentidos. Consigue de este modo, influir en el receptor (función conativa) de una forma más directa, pues además de las palabras y los recuerdos personales que puedan ser evocados por la letra, construye una imagen que se vuelve aún más pragmática al ser complementada con el efecto que producen las referencias sensoriales, como son la vista, el olor (llevo tu luz y tu olor), el tacto, el sabor y el sonido (en la piel guardo el sabor del llanto eterno), el uso de colores (para que pintes de azul, alma profunda y oscura, atardeceres rojos) o la alusión a lugares concretos como el mismo Mediterráneo (de Algeciras a Estambul, cien pueblos). Así, personifica el mar con atribuciones de cualidades humanas (tu alma, te vas después de besar) y más en concreto, al constituir la canción un monólogo hacia el mar, como si éste fuera su interlocutor directo (en tu, en ti, tu luz, tu olor, sus). También emplea metáforas (para que pintes de azul sus largas noches de invierno, alma de marinero), el símil (eres como una mujer), epítetos (profunda y oscura, otoñal, más alto), hipébaton¹³⁰ (a tus atardeceres rojos se acostumbraron mis ojos)... en definitiva, elabora una can-

129 "Al alba" (Luis Eduardo Aute): [Shina13]. (18 de noviembre de 2006). Al Alba (Directo) – José Mercé [Archivo de vídeo]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=sRadQwNsq_Q

130 Alteración del orden normal de las palabras en la oración simple, o de las oraciones en el periodo. Riso, Ma E. GLOSARIO DE TÉRMINOS LITERARIOS. [en línea] [fecha de consulta: 6 de enero de 2016] Disponible en: <http://www.ladeliteratura.com.uy/baul/diccionario.pdf>

ción más propia del propio género literario, con un lenguaje muy trabajado y meditado hasta el punto de construir un cuadro del Mediterráneo.

*Quizás porque mi niñez sigue jugando en tu playa
y escondido tras las cañas duerme mi primer amor,
llevo tu luz y tu olor por dondequiera que vaya,
y amontonado en tu arena guardo amor, juegos y penas
Yo que en la piel tengo el sabor amargo del llanto eterno
que han vertido en tí cien pueblos,
de Algeciras a Estambul, (...)
¡Qué le voy a hacer si yo nací en el Mediterráneo...!
("Mediterráneo", Joan Manuel Serrat)*

Este "patriotismo", por llamarlo de alguna forma, que sirve de vehículo al autor para retratarse en su música, también ocurre, por ejemplo, en la canción de Joaquín Sabina "Pongamos que hablo de Madrid". En ella muestra una dicotomía en la impresión que tiene de la ciudad, de forma que, al tiempo que describe un lugar oscuro, deprimente y en el que el tiempo pasa rápido, utilizando prácticamente en todos los versos (función expresiva) recursos como personificaciones (los pájaros visitan al psiquiatra, las estrellas se olvidan) o metáforas (la muerte viaja en ambulancias, la vida un metro a punto de partir), muestra también un sentimiento de apego y nostalgia (función emotiva), para lo que, aunque vuelve a personificar la muerte (cuando la muerte venga a visitarme), adopta un uso de la lengua más ortodoxo y con ello, una seriedad que propone un mensaje totalmente íntegro y honesto.

*Los pájaros visitan al psiquiatra,
las estrellas se olvidan de salir,
la muerte viaja en ambulancias blancas,
pongamos que hablo de Madrid. (...)
Cuando la muerte venga a visitarme,
no me despiertes, déjame morir
aquí he vivido, aquí quiero quedarme,
pongamos que hablo de Madrid.
("Pongamos que hablo de Madrid", Joaquín Sabina)*

Si bien Serrat y Sabina, intelectuales, expresan el sentimiento de identidad y amor por su lugar de origen (función emotiva), con estilos diferentes pero ambos a través de una letra marcada por el componente cognitivo, elemental y evidente (función expresiva), el flamenco, un estilo, como se ha ex-

plicado en el comienzo de este trabajo, muy ligado a la raza, a la pertenencia a un sector social determinado, también expresa con gran emotividad, esta vez a través de la música y la fuerza que ésta le aporta al mensaje, un profundo y apasionado sentimiento de identidad.

Conclusión

Es posible afirmar que en el Rock, el componente expresivo es mucho más cognitivo que emocional, mientras que en el flamenco destaca una expresión más basada en la emoción. De este modo, el efecto que consigue el Rock en el receptor será no sólo emocional sino también, y más particularmente, cognitivo. Por este motivo, dicho efecto será más perdurable en el tiempo que el que pueda tener el flamenco, un estilo musical muy marcado por una potencialidad emocional que se origina en el momento de la interpretación, y que entonces, no necesita de un componente cognitivo tan abundante.

Gracias al modelo de Jakobson ha sido posible demostrar que los estilos musicales se presentan distintos debido al énfasis que ponen en la utilización de las diferentes funciones del lenguaje. Además, presentan niveles de elaboración de las letras de las canciones diferentes: por un lado, el rock busca la reflexión y el impacto intelectual en el receptor, a través de estrategias poéticas para embellecer el mensaje, mientras que el flamenco se vale del sentimiento y la fuerza de transmisión de la música para llegar al que escucha.

Merece ser destacado el hecho de que si esta monografía se hubiera complementado con una perspectiva sociológica, las conclusiones sobre la forma que adquieren las canciones en ambos estilos, se hubieran visto ampliada con observaciones sobre la influencia del momento social en el que se crean.

Como se ha mencionado y ejemplificado a lo largo del análisis, tanto el rock como el flamenco poseen una potencia comunicativa que los caracteriza, pero el uso de la lengua que efectúan es distinto, siendo el rock, el estilo que muestra una mayor preocupación por la forma que adopta el mensaje. En relación a esa dimensión sociológica, cabe destacar que el flamenco ha evolucionado hacia una aceptación, cada vez mayor, por parte de una élite intelectual que ha estado tradicionalmente ligada con los cantautores del rock.

Bibliografía

Documentos escritos

Rodríguez Marín, F. (1929) EL ALMA DE ANDALUCÍA. Madrid. Tipografía de la revista de archivos, bibliotecas y museos.

Jordi Vicente. (2015). Serratología. Barcelona: comanegra.

Joaquín Sabina. (2002). Con buena letra. Madrid: temas' de hoy.

Documentos digitales

80's & 90's song. [Blog en línea]. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de: <https://sites.google.com/site/80s90ssong/80-90>

Ösp, E. Flamenco: una introducción desde su origen hasta nuestros días. 2010. [en línea] [fecha de consulta: 7 de febrero de 2016]. Disponible en: http://skemman.is/stream/get/1946/4825/14139/1/BA_ritgerd_%C3%AD_heild.-pd. ISBN: 130382-5259

G. Naharro, F. EL CAMBIO DE MENTALIDAD DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DURANTE EL PERIODO DE LA TRANSICIÓN A LA DEMOCRACIA. "MOVIDA" Y CAMBIO SOCIAL (1975- 1985) [en línea] Universidad Complutense de Madrid [fecha de consulta: 10 de febrero de 2016] Disponible en: <http://www.unican.es/NR/rdonlyres/0000e1b3/lvedfxfxyvhlsfawrmnjttivnfoshvt/FernandoGN%20aharroELCAMBIODEMENTALIDADDELASOCIEDADES-PA%C3%91OLADURANTEELPERIODODELATRANSICI%C3%93NALADEMO-CRACIA.pdf>

(2015) Funciones del lenguaje según Roman Jakobson. EDITORIAL IMPERIA. Recuperado el 22 de diciembre de 2015 de <http://editorialimperiam.com/funciones-del-lenguaje-segun-roman-jakobson>

Risso, M^a E. GLOSARIO DE TÉRMINOS LITERARIOS. [en línea] [fecha de consulta: 6 de enero de 2016] Disponible en: <http://www.ladeliteratura.com.uy/baul/diccionario.pdf>

Ortiz, M. (2010) Jaleo. Flamenco viejo. Recuperado el 16 de febrero de 2016, de: <http://www.flamencoviejo.com/jaleo.html>

Víctimas del amor. El amor entendido como enfermedad terminal a lo largo de la historia de la literatura en obras literarias representativas de los siglos X al XXI

Raquel Sánchez-Hermosilla García



Resumen

La presente monografía se centra en analizar el amor como una enfermedad que conduce inexorablemente a la muerte del personaje a través de un estudio comparativo de obras literarias representativas de diferentes siglos. *Tristán e Isolda* de Richard Wagner del siglo X, *Cárcel de amor* de Diego de San Pedro del siglo XV, *Hamlet* de William Shakespeare de los siglos XVI/XVII, *El estudiante de Salamanca* de José de Espronceda del siglo XIX, *Don Juan* de José Zorrilla del siglo XIX, *Miau* de Benito Pérez Galdós del siglo XIX, *Cien años de soledad* de Gabriel García Márquez del siglo XX y *Todas las personas que mueren de amor* de Víctor Álamo de la Rosa del siglo XXI. Este estudio me ha permitido establecer patrones comunes entre las ocho obras, y analizar cómo este tópico literario ha pervivido hasta nuestros días. Debido a que además de coincidencias, también existen grandes diferencias, por lo que los patrones estudiados han sido organizados desde aquel en el que coinciden un mayor número de obras, hasta aquel en que coinciden un menor número de obras. De esta forma el primer patrón analizado es el simbolismo del fuego y arder, en segundo lugar la belleza de los personajes, en tercer lugar el desarrollo del amor, en cuarto lugar el amor familiar enfrentado al amor pasional y por último las conexiones referenciales. Por tanto esta monografía me permite concluir que el tópico literario de enfermar y morir de amor ha pervivido has-

ta nuestros días, sufriendo un mayor o un menor número de variaciones en función del patrón referido.

Introducción

En numerosas obras literarias encontramos el amor vinculado con la muerte, pues no es infrecuente que un sentimiento tan intenso como inefable conduzca a la locura, el suicidio o el asesinato a personajes literarios. Además siempre he pensado que los temas principales de los grandes clásicos giran en torno a tres variables: la muerte, la locura o el amor. Debido a que al emplear la muerte o la locura, las dos mayores preocupaciones para el ser humano, o el amor, la más desgarrada de las pasiones humanas, el escritor capta y mantiene el interés del lector. De esta forma me formulé la siguiente pregunta: ¿por qué no habrían de existir obras en que el amor llegara a tal punto de locura que provocara la muerte? Por tanto esta monografía va a analizar los parecidos y diferencias entre las diferentes obras que desarrollan esta idea a lo largo de la historia de la literatura en las siguientes ocho obras.

Tristán e Isolda es una leyenda irlandesa del siglo X, más conocida por la opera compuesta por Richard Wagner. En ella Isolda intenta envenenar a Tristán, pero por error ambos consumen un filtro de amor, debido al cual enferman de amor. Este se contrapone a los planes de casar a Isolda con el tío de Tristán, Marke, rey de Holanda. Debido a este enfrentamiento de intereses Tristán recibe una herida mortal, que provoca su muerte, para momentos después morir Isolda de amor en sus brazos. *Cárcel de amor* de Diego de San Pedro corresponde al concepto literario del amor cortés característico del siglo XV en que un caballero sufre irremediabilmente frente a una dama inalcanzable. En este caso, Leriano, el protagonista, se encierra voluntariamente en la cárcel del amor, donde es atormentado por el amor que profesa a Laureola, dama inalcanzable para él debido a su alto linaje. Para intentar mejorar su deplorable situación, Laureola favorece su amor, motivo por el cual ella es agraviada. Finalmente Leriano restaura la situación, y fallece de amor ante la idea inalcanzable del amor de Laureola. Cabe destacar que toda la obra está desarrollada a partir de cartas entre los personajes, con lo que el autor de la novela se convierte en uno de los personajes, en concreto el que ayuda a Leriano a obtener el amor de Laureola. *Hamlet* de William Shakespeare es una obra teatral del siglo XVI/XVII donde destaca el hábil uso del lenguaje por parte del escritor con los juegos de palabras y la atemporalidad de los temas tratados como la locura, el amor o la muerte. En esta obra Ofelia y Hamlet, protagonistas del drama, están enamorados, pero la locura que inicia Hamlet y el asesinato a manos del protagonista de Polonio, padre de Ofelia, conducen a Ofelia a la locura. Y por tanto, esta demencia

provocada por el amor, propiciara su muerte. *Don Juan Tenorio* de José Zorrilla del siglo XIX es una obra dramática en verso donde se emplea la polimetría, se da importancia a la libertad ansiada y se recrean ambientes lúgubres y misteriosos como el monasterio o el cementerio, lo que la convierte en una obra representativa del Romanticismo. En ella se narra la escandalosa vida de su protagonista Don Juan, hasta que se enamora de una de sus conquistas, Inés. La firme oposición del padre de Inés, Don Gonzalo, lleva a Tenorio a huir y a Inés a morir de amor. *El estudiante de Salamanca* de José de Espronceda del siglo XIX es un poema narrativo representativo del Romanticismo en que también se emplea polimetría, se le da importancia a la naturaleza con numerosas referencias al mar, y se ambienta en lugares lúgubres y misteriosos como las calles oscuras o el cementerio. En ella se cuenta la desdichada historia de amor de Elvira de Pastrana, que muere de amor al no verse correspondida por el hombre que la ha burlado, Don Félix de Montemar. *Miau* de Benito Pérez Galdós del siglo XIX es una novela representativa de la corriente literaria del Realismo en que se emplea la innovación del estilo indirecto libre para confundir la voz del personaje y del autor. Cabe destacar que a pesar de que pertenece al género narrativo presenta la característica dramática de incluir acotaciones sobre las acciones del personaje a lo largo de toda la obra como sucede en “Adelante, siempre. (Con afectación teatral.) ¿Qué impulso me arrastra?” (Galdós, 2014: 206). En esta novela se narra brevemente la historia de amor entre Luisa Villaamil y Víctor, quienes a pesar de la oposición de los padres de ella, se casan y dan vida a su historia de amor, lo que hace enloquecer a Luisa por amor y termina matándola. *Cien años de soledad* de Gabriel García Márquez del siglo XX es uno de los mejores ejemplos de realismo mágico, técnica que consiste en que la magia forma parte de la realidad dentro de la novela, como sucede al ascender Remedios, la bella a los cielos. La novela empieza con una retrospectiva a la que suceden diferentes retrospectivas de miembros de la familia Buendía. Entre sus numerosas historias cuenta la trágica historia de Remedios, la bella, pues aquel hombre que la observaba no solo se enamoraba irremediamente de ella, sino que ese amor le terminaba provocando una trágica y prematura muerte, provocando de esta forma la muerte a cuatro hombres diferentes. Y por último, *Todas las personas que mueren de amor* de Víctor Álamo de la Rosa es una novela del siglo XXI en que el narrador es el propio protagonista, y nos presenta, a través de confesiones, la historia de las siete muertes que sufre, provocadas por el amor que profesa a su novia, Gladys, que sin embargo no es correspondido. Sin embargo, a veces son otros personajes los que escriben, concediendo al lector diferentes puntos de vista sobre la historia.

Investigación

Simbolismo del fuego y arder

Es el principal recurso empleado por los autores de estas ocho obras para enfatizar la idea en el lector de la potencia y abrasión del amor que surge entre ambos personajes. De hecho en todas las obras podemos encontrar una metáfora o expresión que compara el fuego con el amor que hará enfermar y terminará con el fallecimiento de al menos uno de los dos personajes. En *Tristán e Isolda*, para describir a Isolda, Tristán emplea las siguientes palabras: “la que atiza el fuego en mi pecho, la que hace abrasar mi corazón...” (Wagner, 2014 : 18), en *Cárcel de amor* Leriano se encierra en la cárcel del amor, donde es sometido a diferentes torturas. Una de ellas es permanecer en un silla de fuego: “En una silla se fuego. Siempre se quemaba y nunca se terminaba de quemar” (San Pedro, 2004: 8), en *Hamlet* Polonio, padre de Ofelia, la advierte contra el amor de Hamlet de la siguiente manera: “Sé bien que, cuando arde la sangre, el alma se prodiga en juramentos. Hija, esas llamaradas, que dan más luz que calor y se extinguen cuando parece que prometen, no las tomes por fuego” (Shakespeare, 2013: 80), en *Don Juan Tenorio* Don Juan expresa por primera vez su amor por Inés de la siguiente forma: “El alma ardiente me llena de su insensata pasión. Empezó por una apuesta, siguió por un devaneo, engendró luego un deseo, y hoy me quema el corazón”(Zorrilla, 2005: 124), en *El estudiante de Salamanca* la joven Elvira pronuncia antes de morir: “En mi pecho el fuego aún arde de mi amor”(Espronceda: 22), en *Miau* para describir el encuentro entre Luisa y Víctor y su amor a primera vista, este es caracterizado como “ese amor explosivo en que los corazones parece que están llenos de pólvora cuando los traspasa la inflamada flecha”(Galdós, 2014: 186), en *Cien años de soledad* en referencia a la impresión que le supone a uno de los enamorados saber que Remedios, la bella va desnuda bajo su balandrán se dice “se sintió marcado para siempre con el hierro ardiente de aquel secreto” (García Márquez, 2014:286) y al enfrentarse un agresor a Remedios, la bella pudo verle “ojos desconsolados que quedaron impresos en su corazón como una brasa de lástima” (García Márquez, 2014:288) y por último, en *Todas las personas que mueren de amor* son numerosas las citas a este elemento en relación al deseo sexual que ambos personajes se profesan como “Mira que la quería. Mucho. Con el ardor de la entrega más absoluta” (Álamo de la Rosa, 2015: 15) y “era tan enorme que abrió un surco de tiempo en el tiempo para hacer su ardor eterno” (Álamo de la Rosa, 2015: 41)

Como indica Amparo Medina-Boccos, la asociación de la pasión amorosa con el fuego tiene una larga tradición en nuestra literatura¹³¹. En estas citas podemos ver claramente representado el tópico literario *ignis amoris* o *flamma amoris* que considera el amor como un fuego interior y aunque existen diferentes definiciones del amor, este tópico lo define como un amor puro y verdadero, en el cual la llama nunca se apaga y se muere por la persona amada¹³².

Belleza en los personajes

Es significativo el hecho de que en la totalidad de las obras analizadas se haga siempre referencia al aspecto de la mujer, que está dotada siempre de una extraordinaria belleza. Por ejemplo en *Tristán e Isolda* para describir a Isolda se dice de ella que es “la más hermosa de la tierra” (Wagner, 2014: 20), en el caso de *Cárcel de amor* Leriano le dedica estas palabras a Laureola: “cuanto yo más contemplo tu hermosura, más ciego tengo el sentido” (San Pedro, 2004: 25), en *Hamlet*, Gertrudis, madre de Hamlet, encuentra en la belleza de Ofelia un motivo para la locura de Hamlet: “Me alegraría que la causa de la insania de Hamlet fueran tus encantos” (Shakespeare, 2013: 124), en *Don Juan Tenorio*, don Juan escribe estas palabras a Inés: “a todo se atreve por tu hermosura don Juan” (Zorrilla, 2005: 140), en *El estudiante de Salamanca* Don Félix exhorta a Don Diego: “era vuestra hermana hermosa” (Espronceda: 34), en *Cien años de soledad* se describe a Remedios, la bella como: “la criatura más bella que se había visto en Macondo” (García Márquez, 2014: 203). Sin embargo existen dos excepciones, en el caso de *Miau* no se describe a Luisa como una mujer extraordinariamente bella, pero se la describe en comparación a su hermana Abelarda diciendo “tenía en su mirada algo de ángel, un poco más de gracia, la boca más fresca...” (Galdós, 2014: 183) y en el caso de *Todas las personas que mueren de amor* aunque el protagonista está fascinado con su novia Gladys, en un momento de la obra se nos confiesa que: “Gladys es una mujer claramente vulgar” (Álamo de la Rosa, 2015: 36-37). No obstante, es mucho más llamativo el hecho de que la apariencia física del hombre aparece descrita en escasas ocasiones, como en *El estudiante de Salamanca* en que se indica que Don Félix posee “hermosura varonil” (Espronceda: 10) y en *Miau* refiriéndose a Víctor como “el número uno de los chicos elegantes, espejo de todos en finura, garbo y ropa” (Galdós, 2014: 185). Cabe destacar que siempre que se describe el aspecto de uno de los miembros

131 Medina-Boccos Montarelo, A., (1991) Temas constantes en la literatura española. Madrid, Akal pp. 12.

132 Seijo Vidal S. (2011) “Ignis amoris” en [Entreclasicosymodernos.blogspot.com](http://entreclasicosymodernos.blogspot.com) [En línea] Disponible en: <http://entreclasicosymodernos.blogspot.com.es/2011/03/ignis-amoris.html>

de la pareja es para hacer referencia a su atractivo. De esta forma los autores se valen del contexto social de gusto por belleza para hacer más verosímiles las historias de amor desgarrado, pues el visualizar un personaje bello nos facilita entender que se llegue a perder la cabeza por su amor. Además, como indican Lillian von der Walde M. y Mariel Reinoso I., “la belleza forma parte de la configuración del protagonista y, en algunos casos, propicia el desarrollo argumental de la obra en que esta insertado”¹³³

Esta exaltada belleza y atractivo que poseen los personajes bien sean masculinos o femeninos, está apoyada en la juventud de todos ellos, que también es determinante para la vehemencia de sus actos y pasiones.

Desarrollo del amor

A lo largo de las ocho obras analizadas en todos los casos se produce un enamoramiento y, como consecuencia, al menos una muerte. No obstante, se producen dos variables: bien que se enamoren ambos como es el caso de *Tristán e Isolda*, *Cárcel de amor*, *Hamlet*, *Don Juan Tenorio* y *Miau*, o por el contrario que únicamente se enamore uno de los dos, que es el hombre en el caso de *Cien años de soledad* y *Todas las personas que mueren de amor*, y la mujer en *El estudiante de Salamanca*. El hecho de que sean ambos miembros de la pareja quienes sufren juntos el destino adverso de ese amor, recrea en el lector la idea y anhelo de encontrar en el ser amado alguien con quien compartir las contrariedades de la vida y anteponerse a ellas o sucumbir juntos, como muestra la fórmula de la misa nupcial recitada por ambos miembros de la pareja: “Prometo serle fiel en lo próspero y en lo adverso, en la salud y en la enfermedad. Amarte y respetarte todos los días de mi vida”¹³⁴. Por tanto, el hecho de que el autor desarrolle una historia en la que ambos personajes sufren juntos el destino fatal e irrevocable de su amor provoca en el lector el deseo inconsciente de que juntos consigan superar el *fatum* impuesto por el autor, pues es lo que el lector anhela para sí mismo.

Además, en todos los casos este amor se vuelve imposible, bien sea por firme oposición de un familiar de uno de los personajes, cuestión que se analizará más adelante en el epígrafe “Amor familiar enfrentado al amor pasional”, bien a la falta de interés de uno de los dos como es el caso de *El estudiante de Salamanca*, *Cien años de Soledad* y *Todas las personas que mueren de amor*, o bien debido a la locura exacerbada que desarrolla uno de los miembros como sucede en *Miau*.

Nuevamente, en todos los casos encontramos que únicamente muere de

133 Lillian von der Walde M. y Mariel Reinoso I. (2009) *Caballerías*. México, Grupo Destiempos pp 388

134 “La misa nupcial” [PDF] Disponible en: misas.org/sta.tic/descarga/nupcial.pdf

amor uno de los dos miembros de la pareja, siendo en cinco obras la mujer de la pareja quien muere de amor y en tres el hombre. Esto nos muestra la influencia del contexto social en la literatura, pues los personajes femeninos son mostrados como frágiles y con facilidad para desvivirse por las pasiones, siendo esa la realidad social de la mujer durante siglos. En los únicos tres libros donde el fallecido es el hombre son *Cárcel de amor*, debido al concepto literario imperante en la época conocido como amor cortés, donde la dama era inalcanzable y el caballero se desvivía por su amor, *Cien años de soledad* y *Todas las personas que mueren de amor*, las obras más modernas correspondientes a los siglos XX y XXI, donde ya la realidad social para la mujer occidental ha cambiado. De esta forma, adaptando los personajes a la realidad social, los autores consiguen que se establezca una mayor conexión emocional entre lector y personaje, provocando una mayor involucración sentimental en la obra.

Amor familiar enfrentado al amor pasional

La figura de respeto que supone un familiar o el amor filial tienden a ser uno de los principales impedimentos para el amor, como ya se ha referido en el epígrafe “desarrollo del amor”.

En la mayoría de los casos es un familiar varón, generalmente el padre, quien se opone al amor entre ambos personajes, como es el caso de *Cárcel de amor*, *Hamlet* y *Don Juan Tenorio*. Sin embargo, en el caso de *Tristán e Isolda* es el tío de Tristán, el rey Marke, quien se opone a este amor, pues no es consciente de que es correspondido hasta que es demasiado tarde. Por otra parte, en *El estudiante de Salamanca* es el hermano de ella, Don Diego de Pastrana, quien se opone al amor que Elvira ha sentido por Don Félix de Montemar, aunque ya es demasiado tarde, pues ella ha muerto de amor, por lo que Don Félix y Don Diego se batieron en duelo.

Por otra parte, también encontramos la oposición conjunta de ambos padres en el caso de *Miau*, pues se expresa lo reacios que son tanto Pura como Villaamil al amor que intuyen entre su hija Luisa y Víctor.

Además, también sucede que sea una mujer de la familia quien se opone al amor como en *Cien años de soledad*, donde es Úrsula Iguarán, la bisabuela de Remedios, la bella, quien pone todas las trabas que puede para que los hombres no observen la belleza de Remedios y se enamoren para después morir fatalmente. Asimismo, en el caso de *Todas las personas que mueren de amor* es la madre de Gladys quien se opone a ese amor, pues detesta al novio de su hija por echarla supuestamente de su casa.

La dureza de la oposición de un familiar frente al amor se va reduciendo conforme nos acercamos al momento actual, como sucede en las dos novelas

más modernas. En *Cien años de soledad* la bisabuela se limita a aconsejar para evitar una fatalidad y en *Todas las personas que mueren de amor*, la madre simplemente se enfada pero no intenta intervenir. Esto se debe a que las preocupaciones que suponían la pérdida de honor de la hija y el deseo de un buen matrimonio para mejorar la posición social son inexistentes en nuestro entorno cultural actual. Pero sin duda los autores se valen de la figura tan relevante que es un familiar, posicionado en contra del amor, para mostrar lo prohibido y difícil que es que dicho amor llegue a buen término.

Conexión referencial

Existe una conexión explícita en tres de las ocho obras elegidas a alguna de las otras obras estudiadas. En *El estudiante de Salamanca* se hace referencia a la obra de *Don Juan Tenorio* con las siguientes palabras en la descripción de Don Félix de Montemar “Segundo Don Juan Tenorio” (Espronceda: 8). Con esta referencia el autor, José de Espronceda, compara a su personaje Don Félix de Montemar con el célebre Don Juan Tenorio, incrementando la idea de don juan que le quiere dar a su protagonista.

En *Miau* se hace referencia a Shakespeare y sus obras en dos ocasiones. Denominando a la hermana de Doña Pura, Milagros, “la pudorosa Ofelia” en numerosas ocasiones a lo largo de la novela, compara así la belleza del canto de Ofelia que vaticina un dramático final con el de Milagros y su historia. También al describir la pasión que siente Luisa por Víctor, que desembocara en su muerte por amor, con “la pasión súbita de Luisa Villaamil fue tan semejante a la de Julieta, que al día siguiente de hablarle por primera vez no habría vacilado en huir con Víctor de la casa paterna” (Galdós, 2014: 186). Referenciando al más célebre personaje femenino de Shakespeare, Galdós nos indica la efusividad del amor que sintió Luisa, y nos anticipa el trágico final.

Por último, en *Todas las personas que muere de amor* también se referencia a Shakespeare con “imitador de Shakespeare de tres al cuarto” (Álamo de la Rosa, 2015: 68) y a Gabriel García Márquez a través de una broma telefónica que le hacen al protagonista “Haciéndose pasar por Gabriel García Márquez, diciendo que era Gabo y que me telefoneaba para encargarme que le escribiera el prólogo a su próximo libro” (Álamo de la Rosa, 2015: 127). En ambos casos se referencia a dos autores cultos conectados con la forma de escribir del protagonista, que es el autor en primera persona, lo que aporta mayor valor a lo escrito por el protagonista, es decir, a la obra.

Conclusión

En conclusión podemos afirmar que el tópico de enfermar y morir de amor ha permanecido hasta nuestros días, manteniéndose invariable la

referencia al fuego como simbolismo de la fuerza y abrasión de ese amor. Además, se han conservado otros patrones con variaciones entre las obras, como el hecho de que en todas las obras encontramos una mujer bella, en mayor o menor medida. Además, con respecto al amor, su desarrollo se produce de una forma más divergente, pues puede enamorarse solo uno de la pareja o ambos, pero en todas las obras analizadas este amor se vuelve imposible y únicamente muere de amor uno de los dos miembros de la pareja. En referencia a la oposición familiar frente a ese amor difiere mucho la figura familiar que se opone, predominando los varones. Con respecto a la conexión referencial entre las obras, aunque llamativa, se produce en una minoría de las obras. En definitiva podemos afirmar que el vínculo entre amor, locura y muerte es atemporal, pues la pasión humana más desmedida está irremediamente vinculada a la locura y la muerte no solo en la literatura, también en la vida.

Bibliografía

- Wagner, R., (2014) “Tristán e Isolda” en *Librodot.com* [PDF]. Disponible en: <https://irreverenciaemergente.files.wordpress.com/2014/02/tristan-e-isolda2.pdf>
- San Pedro, D. (2004) “Cárcel de amor” en *Cervantesvirtual.com* [PDF] Disponible en: http://fantasiaypoder.weebly.com/uploads/3/6/2/4/3624933/san_pedro_-_crcel_de_amor.pdf
- Shakespeare, W. (2013) *Hamlet*, vigésima segunda edición, traducción y edición de Ángel-Luis Pujante. Barcelona, Austral.
- Zorrilla, J. (2005) *Don Juan Tenorio*, vigesimoquinta edición, edición de Aniano Peña. Madrid, Catedra.
- Espronceda, J. “El estudiante de Salamanca” [PDF]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/119-2014-02-19-Espronceda.%20ElEstudianteDeSalamanca.pdf>
- Pérez Galdós, B. (2014) *Miau*, undécima edición, edición de Francisco Javier Díez de Revenga. Madrid, Catedra.
- García Márquez, G. (2014) *Cien años de soledad*. Barcelona, Random House.
- Álamo de la Rosa, V. (2015) *Todas las personas que mueren de amor*, primera edición. Salto de página

- Autor desconocido, “La misa nupcial” [PDF] Disponible en: www.misas.org/sta.tic/descarga/nupcial.pdf [Accesado el 23 de enero de 2016]
- Medina-Bocos Montarelo, A., (1991) *Temas constantes en la literatura española*. Madrid, Akal [Accesado el 23 de enero de 2016]
- Seijo Vidal S. (2011) “Ignis amoris” en *Entreclasicosymodernos.blogspot.com* [En línea] Disponible en: [http://entreclasicosymodernos.blogspot.com.es / 2011/03/ignis-amoris.html](http://entreclasicosymodernos.blogspot.com.es/2011/03/ignis-amoris.html) [Accesado el 23 de enero de 2016]
- Lillian von der Walde M. y Mariel Reinoso I. (2009) *Caballerías*. México, Grupo Destiempos.

¿Son apreciables los daños cognitivos en
boxeadores durante su carrera, y si es así, el
número de peleas influye en mayor o en menor
medida que el número de años boxeando?
Comparación de las facultades cognitivas de una
población normal con una población de
boxeadores todavía activos

Gonzalo Suela Alonso



Resumen

Esta investigación versa sobre la disputa entre los detractores y defensores del noble arte del boxeo. Se ha detectado una relación entre este deporte y enfermedades neurológicas como la encefalopatía traumática crónica, también denominada demencia pugilística en honor a este espectáculo, que se suele dar una vez terminada la carrera del púgil. De ahí surge la duda de si el deterioro cognitivo que parece ir asociado al boxeo se puede apreciar durante la "vida útil" de un boxeador en el ring.

Hemos analizado para ello si existía deterioro cognitivo en boxeadores todavía en activo. Se formó un grupo con 10 boxeadores y uno con 10 no boxeadores. Realizaron el test SCIP-S, que sería nuestro indicador de deterioro cognitivo. Con las puntuaciones obtenidas procedimos a dos comparaciones. La primera tuvo por objeto encontrar diferencias significativas entre las puntuaciones de ambos grupos. La segunda buscaba una relación entre el número de peleas o de años boxeando y el deterioro cognitivo, y cuál de estos factores tenía mayor influencia.

Los boxeadores obtuvieron puntuaciones más bajas y un mayor número de individuos situados en los rangos inferiores del test. Dentro del grupo de boxeadores apreciamos que las puntuaciones disminuyen a la par que aumentan los años practicando este deporte, igual que sucede a medida que aumenta el número de peleas. La pendiente de la recta de regresión es mayor para el grupo organizado según los años boxeando.

En conclusión, para la población estudiada el deterioro cognitivo es apreciable y significativamente mayor en boxeadores. Estos boxeadores todavía siguen activos, por lo que el deterioro cognitivo es apreciable durante la carrera del boxeador, no solo cuando este se ha retirado. El estudio parece indicar que el número de años boxeando tiene mayor influencia en el deterioro cognitivo que el número de peleas.

Agradecimientos

Esta monografía ha sido uno de mis mayores logros académicos y personales hasta el momento, ya no solo por el trabajo que conlleva, sino por las cosas que he aprendido, las ganas y dedicación que ha supuesto el realizarlo y toda la gente que ha estado apoyándome.

No solo han estado profesores, a los que agradezco la oportunidad que me han brindado de realizar este trabajo, sino a todos los voluntarios que han realizado el test, aquellos que me han ayudado a conseguir a voluntarios, como Yolanda y José, mi entrenador. Quería por tanto agradecer a José y a Yolanda su colaboración y a todos los voluntarios que desde el anonimato habéis hecho posible esta investigación.

También han estado mis padres, José Luis y Begoña, que siempre me han apoyado, moviéndome de un sitio para otro si era menester, proporcionándome todo el material necesario, dándome ánimos cuando veían que no podía más y un sinfín de ayudas más. Por ello les doy las gracias.

Agradecer también a Celeste y a Arturo la ayuda que me han aportado dándome ideas y recursos para la realización del trabajo. Y por último pero no menos importante he de agradecer mucho a Victoria, mi tutora de la monografía, que me ha aconsejado, apoyado y criticado constructivamente a lo largo de este viaje.

1. Introducción

El boxeo es un deporte que se practicaba en los juegos olímpicos del 668 a. C. con el nombre de "Pygmachia". El término boxeo se aceptó en el siglo XVIII en Inglaterra para diferenciar las peleas para resolver disputas de la lucha organizada y con reglas. En 1889 el marqués de Queensberry impuso el

uso de reglas que se utilizan en la actualidad, como los guantes, el ring o los asaltos y descansos. Desde entonces se han añadido modificaciones, como la reducción del tiempo y el número de asaltos¹³⁵. Estas se han impuesto para proteger la salud de los boxeadores, ya que hay tantos fieles a este deporte como detractores, los cuales lo consideran peligroso.

Yo soy un fan del boxeo, he decidido empezar a practicarlo como hobby y sin ánimo de competir. Siempre que comentaba el deporte que practicaba me advertían de los riesgos, lo cual suscitó mi interés. Me pregunté si estos riesgos se encontraban dentro de mi propio gimnasio y decidí realizar la monografía en esta línea. Muchos profesionales en el área de la neurología que hacen comentarios sobre el boxeo, como el doctor Sabbagh¹³⁶, afirman que no es solo el número de peleas y de nocauts que recibes lo que influye en el daño cognitivo que te provoca el boxeo, sino también los años de práctica, ya que en los entrenamientos también se reciben golpes.

Con esta monografía intentaré responder a las siguientes preguntas, por medio de pruebas a boxeadores: ¿se presentan mayores daños cognitivos tras haber realizado un mayor número de peleas o tras haber estado más años boxeando? ¿Se pueden apreciar los daños cognitivos durante la "vida activa" del boxeador?

2. Generalidades

2.1 Facultades cognitivas

Las funciones cognitivas son los procesos cerebrales que permiten efectuar cualquier tarea¹³⁷. Los procesos de memoria, pensamiento y lenguaje permiten al hombre desenvolverse e interactuar con el medio y de ellos se encarga el cortex cerebral.

La memoria se define como la capacidad de codificar información percibida, trasladarla al cortex, almacenarla y poder recuperarla cuando se requiera.

135 Autor desconocido, "Historia del boxeo", Solo boxeo, visto en www.soloboxeo.com/historia/ consultado el: 15/02/2016

136 DR Marwan Sabbagh ALZHÉIMER guía práctica respuesta a las cuestiones fundamentales, desde su diagnóstico hasta cómo se aplica el tratamiento. Pág 133. <https://books.google.es/books?id=SyVQHAOVONUC&pg=PA133&lpg=PA133&dq=perdida+de+memoria+de+los+boxeadores&source=bl&ots=KoESEUd9Ln&sig=4Dgfjx4tTGw-Fq6zVOyW43b5GKg&hl=es&sa=X&ved=0CEYQ6AEwBmoVChMIue6S2I6kxwIVwz8UCh043wLp#v=onepag&q=perdida%20de%20memoria%20de%20los%20boxeadores&f=false> Consultado el: 24/02/2016.

137 Autor desconocido, "Facultades cognitivas", Neuronup, visto neuronup.com/es/areas/functions, Consultado el: 15/02/2016

El pensamiento es un factor determinante a la hora de elaborar juicios, formular o resolver problemas, tomar decisiones, transmitir ideas e influye en otros procesos de relación con el medio. Se origina en el lóbulo frontal del cortex. También participan estructuras como el sistema límbico, el tálamo o la parte superior de la formación reticular.

El lenguaje está regulado en el hemisferio izquierdo, allí se produce el habla y lo referido a interpretar y comprender el lenguaje, ayudado por el cortex en la función motora.

El cerebro tiene una gran complejidad funcional, dirigiendo el SNC y, por ende, el resto del organismo. Puede sufrir alteraciones que pongan en riesgo su correcto funcionamiento¹³⁸.

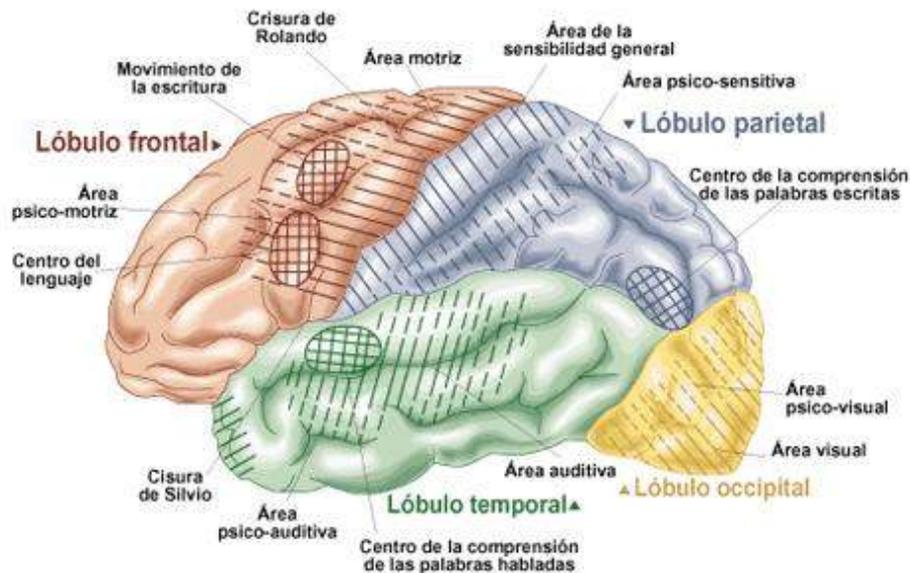


Imagen 26: Representación del cerebro dividido por regiones 139

138 Guerrero S.Y., "Procesos cognitivos, memoria pensamiento y lenguaje", visto en: <http://www.monografias.com/trabajos92/trabajo-investigacion-procesos-cognitivos/trabajo-investigacion-procesos-cognitivos.shtml>, Consultado el: 15/02/2016

139 Autor desconocido "Áreas funcionales de la corteza cerebral", visto en: <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Los%20Sistemas/Nervioso/Central/Areas.htm>, Consultado el: 15/02/2016

2.1.1 Memoria

Casi todos los procesos mentales necesitan de informaciones pasadas, por lo que es necesaria la memoria. Esta no está constituida por una entidad simple, es un sistema multidimensional que engloba más de una estructura, cada una con propiedades definidas.

La memoria se ha analizado por áreas y niveles¹⁴⁰. También se ha dividido en dos grandes bloques, memoria a largo y a corto plazo.

La memoria a corto plazo es un conjunto de capacidades cognitivas que permiten al ser humano retener información y reconstruir experiencias para cualquier suceso que lo requiera, con una cantidad de elementos y un tiempo limitados.

La memoria a largo plazo es consecuencia del paso de la información retenida en la memoria a corto plazo a otros sistemas que la retendrán durante más tiempo.

La memoria de trabajo se encarga del mantenimiento y la manipulación de la información en la mente. Además de almacenar información se encarga del mecanismo activo de procesamiento que permite pensar y actuar utilizando la información retenida.

La memoria es un sistema que puede verse afectado por diversos factores, entre ellos la falta de sueño, el estrés y el tabaco; la dieta, el ejercicio físico, que son beneficiosos, y las sustancias nootrópicas y psicoestimulantes, las cuales potencian los procesos cognitivos actuando sobre la síntesis de neurotransmisores¹⁴¹.

2.1.2 Lenguaje

El lenguaje es la capacidad de elaborar, comunicar y entender las ideas mediante símbolos y/o sistemas de gestos.

La fluidez verbal se define como la capacidad de producir de manera rápida y eficaz contenidos lingüísticos y es trascendental en la transmisión de información. Requiere la intervención de procesos lingüísticos, mnésicos, la memoria de trabajo y la semántica entre ellos; y ejecutivos, como la iniciación, la atención sostenida y la estrategia de búsqueda. Los procesos que intervienen se presentan en un amplio sector del cerebro, lo cual se observó en los

140 Spinetto M. "Memoria y cognitivismo", Vertex, revista argentina de psiquiatría, Vol. 12, No. 46 pag 247.

141 Colom R. y Flores-Mendoza C. "Inteligencia y Memoria de Trabajo: La Relación Entre Factor G, Complejidad Cognitiva y Capacidad de Procesamiento" Psicología: Teoría e Pesquisa Vol.17, No1, pag 37-40.

PET¹⁴² realizados durante pruebas de fluidez verbal. La actividad se centra en áreas frontales y bilaterales del cerebro¹⁴³.

2.1.3 Velocidad de procesamiento

Es el tiempo en el que una información se percibe, procesa y se prepara y ejecuta una respuesta¹⁴⁴. Hay una relación directa entre esta y la mielinización de los axones, ya que las vainas de mielina aceleran la transmisión del impulso nervioso.

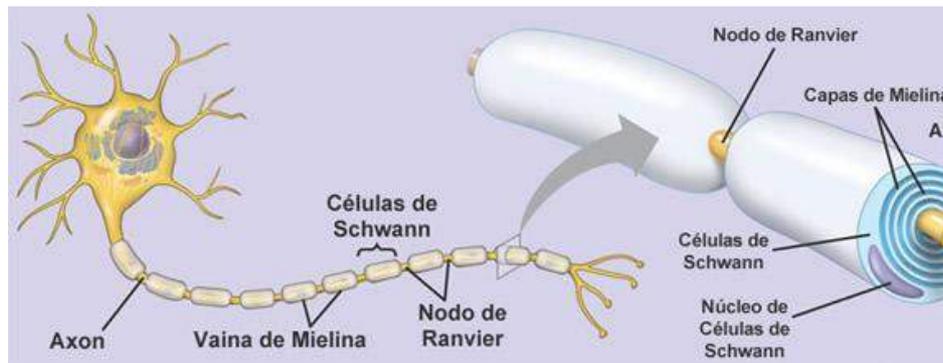


Imagen 27: Vaina de mielina

La velocidad de procesamiento es decisiva en la capacidad de un individuo de resolver los problemas, como la toma de una decisión en la que interviengan cálculos¹⁴⁵.

2.1.4 Test SCIP-S

O Screening del Deterioro Cognitivo en Psiquiatría es una prueba desarrollada para la evaluación del déficit cognitivo. Estudia cinco funciones cognitivas, el aprendizaje verbal inmediato que se corresponde con la memoria a corto plazo, la memoria de trabajo, la fluidez verbal, el aprendizaje verbal diferido perteneciente a la memoria a largo plazo y la velocidad de procesamiento¹⁴⁶.

142 PET o tomografía por emisión de positrones es una prueba que utiliza pequeñas cantidades de materiales radioactivos llamados radiosondas, una cámara especial y un ordenador para ayudar a evaluar las funciones de los órganos y tejidos. <http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=pet>

143 Carnero C., Lendínez A., Maestre J., Zunzunegui M. V. "Fluencia verbal semántica en pacientes neurológicos sin demencia y bajo nivel educativo". Rev Neurol 1999, 28 (9), pag 858-862.

144 De Noreña D., Ríos-Lago M., Bombín-González I., Sánchez-Cubillo I., García-Molina A., Tirapu-Ustárroz J. "Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje", Rev neurol 2010, 51 (11), pag: 687-690.

145 Barrantes A., "Neuropsicología y aprendizaje", visto en: neuropsicologiyaprendizaje.com/que-es-la-velocidad-de-procesamiento-cognitivo-y-su-importancia/ consultado el 13/02/2016

146 Pino O., Guilera G., Rojo J. E., Gómez-Benito J., Purdon S. E. "Screening del Deterioro Cognitivo

2.2 El boxeo y sus peligros

En un combate se intenta asestar el mayor número de golpes al contrincante en la cabeza para provocar un nocáut. Por seguridad se usan guantes y protectores bucales y en algunos combates se usa casco.

Existe un peligro invisible que daña el cerebro. Sabbagh afirma que los puñetazos dilatan las fibras nerviosas interrumpiendo la función normal del cerebro. Explica que se producen microhemorragias que interrumpen el funcionamiento químico del cerebro. Asegura que el 50% de los boxeadores profesionales padecen demencia pugilística, y que afecta al 15% de los boxeadores que llevan 16 años en la carrera. Boxear daña áreas del cerebro responsables de la función motora, cognitiva y conductual¹⁴⁷.

2.2.1 El efecto de los golpes en la cabeza

Los golpes en la cabeza, especialmente si son repetitivos, pueden causar daños cerebrales "invisibles" durante varios años. El peligro de sufrir daños tardíos o permanentes en el SNC o visual es considerado el riesgo más serio del boxeo¹⁴⁸.

Si el impacto es sin aceleración, con un tiempo de golpeo es muy corto, el cráneo es forzado a comprimirse hacia el interior, y poco después recupera su posición original por un rebote elástico.

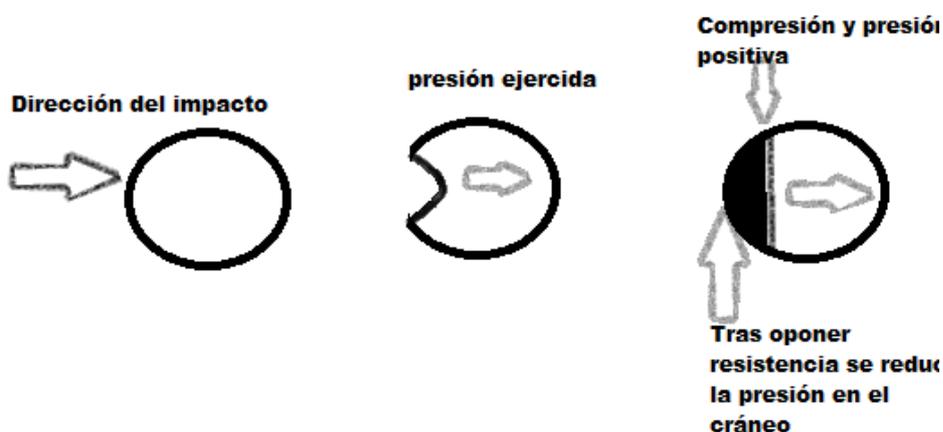


Imagen 28: Impacto puro

en Psiquiatría", Tea ediciones, pag 17-20.

147 Pag 133 DR Marwan Sabbagh op cit.

148 Unterharnscheidt F. y Taylor- Unterharnscheidt J., Boxing Medical aspects, Academic Press, pag 2.

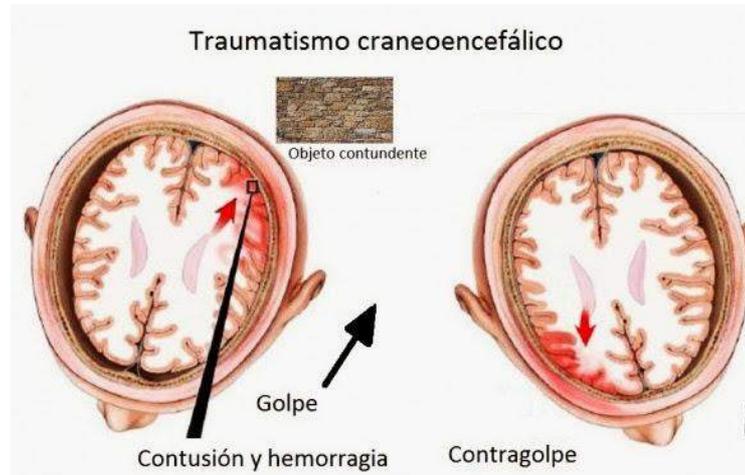


Imagen 29: Traumatismo aceleración-desaceleración

Tras este golpe se queda una zona con menor presión y esta se propaga por el resto del mismo. Si el golpe es de mayor duración y con una movilidad libre de la cabeza el impacto lo sufre también el polo opuesto al foco del golpe.

2.2.2 Traumatismo craneoencefálico (TCE)

Se produce cuando una fuerza física externa, es decir un golpe, deteriora las funciones del encéfalo¹⁴⁹. Los TCE ocasionan daños cerebrales que se traducen en déficits neuropsicológicos y físicos. Los déficits neuropsicológicos incluyen desde la disminución del nivel de conciencia hasta alteraciones de memoria, atención y concentración, labilidad emocional, agitación, irritabilidad y depresión. Los déficits físicos más frecuentes van desde la pérdida de fuerza al aumento del tono muscular, la pérdida de funcionalidad motora y los trastornos de la coordinación¹⁵⁰.

Se ha estudiado la relación entre los TCE y la disminución del rendimiento en los test que miden las facultades cognitivas, pudiéndose explicar por un problema de lentitud en el procesamiento de información. La lesión de la sustancia blanca es uno de los fenómenos más influyentes en las alteraciones cognitivas tras estas lesiones¹⁵¹.

149 Autor desconocido, "Traumatismo craneoencefálico", visto en: <http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Discapacidades/Desarrollo%20Motor/Traumatismo%20craneoencefalico/Paginas/trauma.aspx> consultado el: 15/02/2016.

150 Orient-López F., Sevilla-Hernández E., Guevara-Espinosa D., Terré-Boliart R., Ramón-Rona S., Bernabeu-Guitart M., "Resultado funcional al alta de los traumatismos craneoencefálicos graves ingresados en una unidad de daño cerebral", *Rev Neurol* 2004, 39 (10), pag 901-906.

151 Ríos-Lago M., Alonso R., Perriñez J.A., Paul N., Oliva P., Álvarez-Linera J., "Tensor de difusión por Resonancia Magnética y Velocidad de procesamiento: Estudio de la Sustancia Blanca en pacientes con Traumatismo Craneoencefálico", *Trauma*, Abril/Junio 2008, vol 17 n°2, pag 102-110.

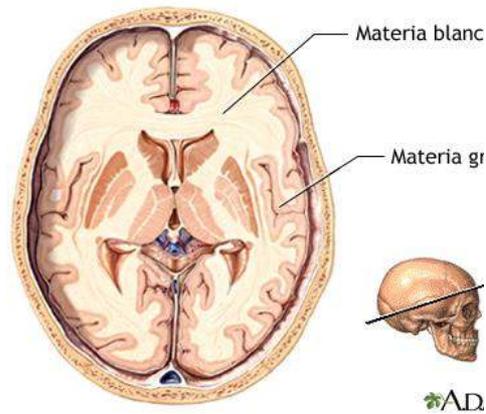


Imagen 30: División del cerebro en materia gris y materia blanca.

2.2.3 Efecto del boxeo en las funciones cognitivas

Uno de los efectos de la repetición de golpes en la cabeza es la encefalopatía traumática crónica también denominada demencia pugilística. Se caracteriza por alteraciones en el habla y la coordinación al andar, disfunción piramidal¹⁵², fallos de memoria, cambios en el comportamiento y personalidad y enfermedades psiquiátricas¹⁵³. Estos casos se observan al terminar la carrera de los boxeadores y se asemejan a la enfermedad de Parkinson.

3. Investigación

3.1 Pregunta de investigación

¿Son significativos los daños en las funciones cognitivas de los boxeadores durante su carrera pugilística?

3.2 Hipótesis de partida

Esta investigación tratará de averiguar si los boxeadores todavía activos presentan deterioro cognitivo. Para ello les compararemos con una población control. Estudiaremos si el número de peleas o de años boxeando están relacionados con los posibles daños cognitivos.

152 La disfunción piramidal es la alteración de la vía piramidal en el encéfalo y produce hemiplejía, parálisis facial central, desviación conjugada hacia el lado de la lesión "los ojos miran hacia la lesión del cerebro o evitan mirar la hemiplejía" y la cabeza sufre una rotación similar. Sanz M., "Síndrome piramidal, síndrome cerebeloso, síndrome extrapiramidal. Apuntes de neurología. Apuntes de medicina", visto en: portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/397/1/Sindrome-piramidal-sindrome-cerebeloso-sindrome-extrapiramidal-Apuntes-de-neurologia-Apuntes-de-medicina.html consultado el 14/02/16

153 McCrory P., "Boxing and the Brain, Revisiting chronic traumatic encephalopathy", Br J Sports Med 2002, 36, pag 2.

Se sabe desde hace tiempo que los boxeadores retirados muestran trastornos como la ETC que presentan el 15% de los boxeadores tras 16 años de carrera. Por eso pretendemos estudiar si existe deterioro cognitivo apreciable antes de los 16 años de carrera.

Tomaremos como hipótesis inicial que no existen diferencias significativas entre las facultades cognitivas de los boxeadores y la población normal.

En cuanto a la influencia de los años o el número de combates partiremos de la hipótesis que afirma que si existe deterioro cognitivo tendrá más influencia el número de años boxeando, ya que en los entrenamientos se reciben también golpes.

Para comparar las facultades cognitivas se utilizará el test SCIP-S, ensayando la prueba con los sujetos de ambos grupos.

3.3 Fase de preparación: variables y control de variables

La primera fase del proceso fue la elección de los sujetos. Buscábamos que tuviesen entre 20 y 30 años, para que entrasen en un mismo rango de edad en la prueba SCIP-S; que durmiesen entre 6 y 10 horas; que no consumiesen alcohol, tabaco, drogas ni medicamentos que pudiesen afectar a su atención; que tuviesen una dieta equilibrada. No debían haber sufrido TCE fuera del boxeo ni haber padecido enfermedades que pudiesen afectar a sus facultades cognitivas. Buscábamos boxeadores que siguiesen activos en el deporte. Los sujetos del grupo control no debían de tener una vida sedentaria.

Para controlar estas variables entregamos a los voluntarios una ficha (Anexo 1) En la ficha preguntamos por las cualidades antes mencionadas. En función de las respuestas obtenidas se seleccionaron dos grupos de 10 voluntarios cada uno, el experimental con boxeadores y el control con no boxeadores.

En la misma ficha aparecía la información necesaria sobre las condiciones del día de realización del test, en ese día los voluntarios debían dormir entre 8 y 10 horas, esperar dos horas después de comer antes de hacer la prueba, no tomar bebidas energéticas, alcohol ni drogas y evitar situaciones estresantes. No hubo irregularidades significativas.

Los test se realizaron en condiciones ambientales similares. La mayoría de los test se realizaron en casas particulares. Las demás en gimnasios, en salas donde los factores externos influyesen mínimamente. Los sujetos que realizaban las pruebas en horarios similares tuvieron que, tras la realización del test, salir a salas donde no pudiesen hablar con los que no lo habían realizado. El test utilizado fue el SCIP-S, porque asigna puntuaciones diferentes según la edad y el nivel educativo.

Los voluntarios firmaron una cláusula al final de la encuesta utilizada para la selección, por la cual realizarían el test a cambio de confidencialidad en los resultados. Por esto sus nombres no aparecerán referenciados a sus resultados ni tampoco se adjuntan las plantillas de resolución del test de las que se extrajeron los datos que se muestran en esta monografía. Hemos identificado a los voluntarios con un número del 1 al 10 en cada grupo.

3.4 Desarrollo

Los sujetos realizaron la prueba SCIP-S, constituida por las siguientes pruebas: aprendizaje verbal inmediato (AV-I), memoria de trabajo (MT), fluidez verbal (FV), aprendizaje verbal diferido (AV-D) y velocidad de procesamiento (VP).

En la prueba de AV-I tenían que repetir tres veces diez palabras previamente escuchadas; en la prueba de MT debían de memorizar tres letras, realizar un ejercicio de interferencia y repetir las letras; en la prueba de FV debían decir todas las palabras que se les ocurriesen con una misma letra con algunas reglas; en la de AV-D debían repetir las 10 palabras antes escuchadas y en la de VP debían transcribir unas letras a código Morse (Anexo 2).

Con las puntuaciones obtenidas se realizaron dos estudios. En uno se compararon las puntuaciones de boxeadores y no boxeadores. En el otro se intentó encontrar una relación entre el deterioro cognitivo y el número de años boxeando o el número de peleas que tenían los boxeadores, y si alguno de los dos factores tenía mayor influencia.

Los datos recogidos en las pruebas representaban una puntuación percentil, que dependía de la edad y del nivel educativo del sujeto. Así pues pasamos de puntuación obtenida a puntuación percentil con el mismo baremo de edad y diferente de nivel de educación dependiendo si tenían o no la enseñanza secundaria. La suma de todas las puntuaciones resultaba en un total que también tenía su correspondencia con una puntuación percentil.

3.5 Datos: obtención y procesamiento

Para el procesado de datos se tuvieron en cuenta las puntuaciones percentiles resultantes de cada prueba (Anexo 3).

Tabla 1. Media de las puntuaciones percentiles en las pruebas del test SCIP-S: AV-I, MT, FV, AV-D, VP y el total en boxeadores y no boxeadores con la desviación típica

Pruebas	BOXEADORES						NO BOXEADORES					
	AV-I	MT	FV	AV-D	VP	Total	AV-I	MT	FV	AV-D	VP	Total
Media	24,1	27,9	41,2	22,1	23,1	22,6	57,2	41,5	41,8	61,9	42,0	41,8
Desviación típica	18,9	28,4	30,7	30,4	19,9	22,2	31,1	28,3	34,5	31,9	28,2	35,7

Las medias de los boxeadores son considerablemente más bajas que las medias del grupo control. La desviación indica que los datos están dispersos en ambos grupos.

Ambos grupos presentaron sujetos con puntuaciones bajas, por debajo de 15 puntos; y muy bajas, por debajo de 2,5 puntos en algunas facultades. Compararemos el número de datos en niveles bajos de ambos grupos.

Tabla 2. Sujetos en rangos bajos y muy bajos en las puntuaciones percentiles del test SCIP-S en boxeadores y no boxeadores.

	Boxeadores			No boxeadores		
	Bajo	Muy bajo	Total	Bajo	Muy bajo	Total
AV-I	3	1	4	0	1	1
MT	4	1	5	3	0	3
FV	0	2	2	2	2	4
AV-D	4	3	7	1	0	1
VP	3	2	5	3	0	3
Total	3	2	5	3	1	4
Media	3	2	5	2	1	3

Observamos más puntuaciones bajas en boxeadores en casi todas las pruebas. También apreciamos dos sujetos más con puntuaciones bajas en boxeadores de media.

Gráfica 1. Número de sujetos de media con puntuaciones percentiles del test SCIP-S en el rango bajo o muy bajo divididos en boxeadores y no boxeadores, y en rangos bajos y muy bajos.

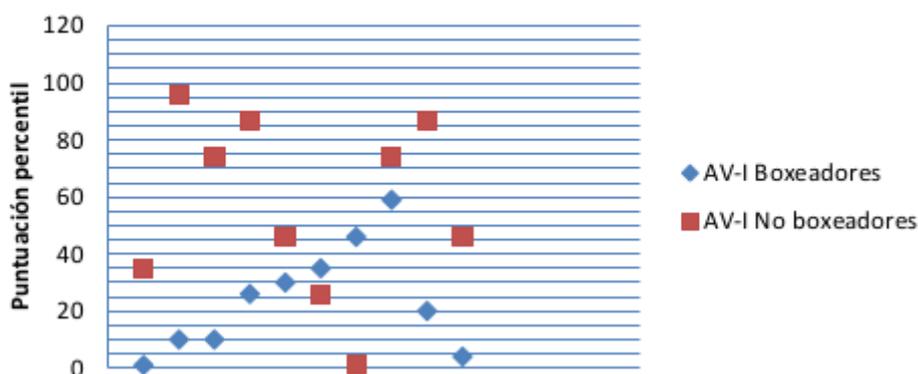
Número de sujetos de media con puntuaciones por debajo del rango estipulado como bajo



A continuación se muestran las representaciones gráficas de las puntuaciones obtenidas por los boxeadores y no boxeadores en las cinco pruebas del test SCIP-S.

Gráfica 2. Puntuaciones percentiles obtenidas por boxeadores y no boxeadores en la prueba de aprendizaje verbal inmediato.

Aprendizaje Verbal Inmediato



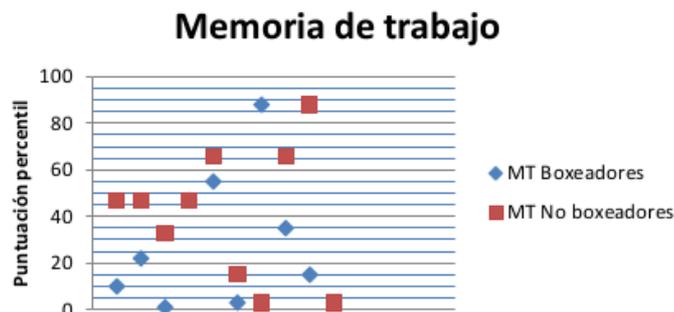
Observamos como el grupo control alcanza mejores puntuaciones. Ningún boxeador supera los 60 puntos en contra de 5 no boxeadores que lo consiguen. Hay cuatro boxeadores con puntuaciones bajas frente a un no boxeador.

Realizamos la prueba de t de Student para determinar si existen diferencias significativas entre ambos grupos, con una confianza del 95% y partiendo de la hipótesis de que no existen diferencias significativas. Tenemos 18 grados

de libertad, el valor t crítico para estos parámetros es 1,7341, mientras que el valor 15t obtenido es de 2,8751¹⁵⁴. Esto indica que existen diferencias significativas. Por tanto rechazamos la hipótesis inicial. La hipótesis inicial, los grados de libertad, la confianza y por tanto, el valor t crítico utilizados en esta prueba de t de Student serán los mismos que se escogerán en los siguientes estudios.

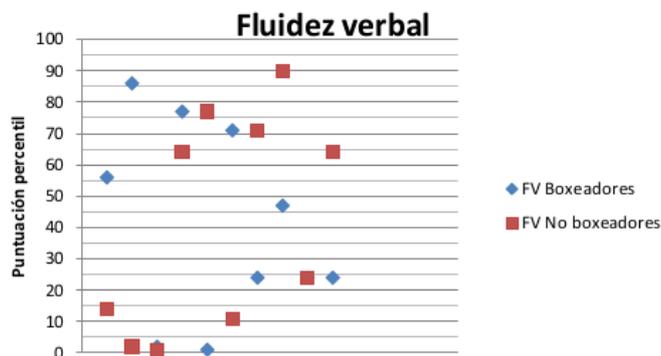
Gráfica 3. Puntuaciones percentiles obtenidas por boxeadores y no boxeadores en la prueba de memoria de trabajo.

Al igual que en la prueba anterior, los no boxeadores parecen tener mejores resultados



que los boxeadores. Lo apreciamos en la cantidad de sujetos por encima de 40 puntos, 6 del grupo control y 2 del experimental. Por debajo de 15 puntos hay un sujeto más del grupo experimental que del control. En este gráfico no es evidente quien tiene mejores puntuaciones. Por eso realizaremos la t de Student. El valor de t obtenido es 1,0737, por tanto se acepta la hipótesis nula, no existen diferencias significativas.

Gráfica 4. Puntuaciones percentiles obtenidas por boxeadores y no boxeadores en la prueba de fluidez verbal.

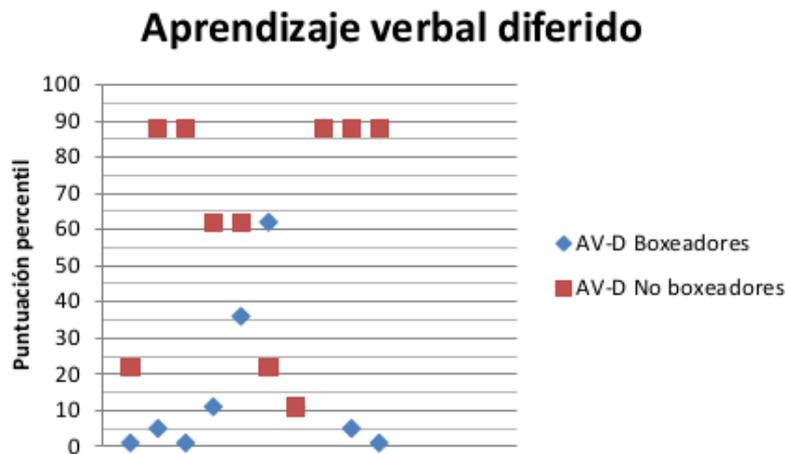


En este gráfico tampoco hay un grupo claramente superior. El grupo control tiene más sujetos en un rango bajo, mientras que el grupo experimen-

154 Las pruebas de t de student se llevaron a cabo en la página: www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1

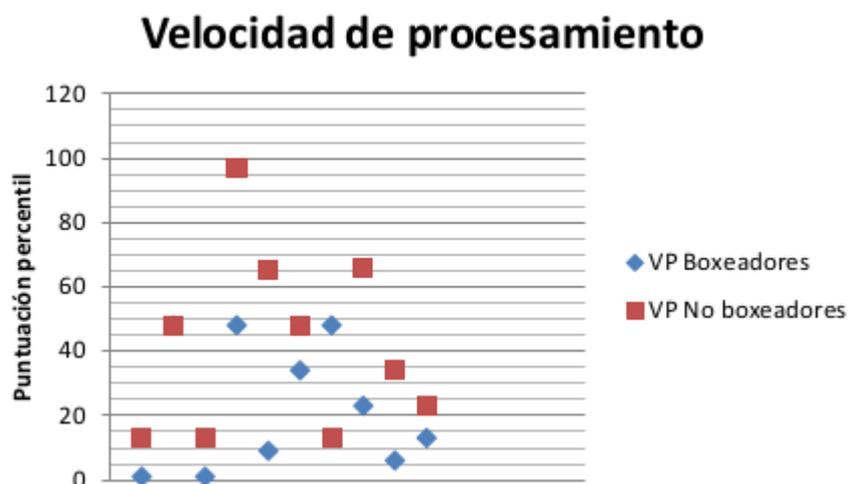
tal tiene menos sujetos entre 60 y 90 puntos. Es por ello que realizaremos la prueba de t de Student. El valor t obtenido es de 0,0411, por tanto podemos afirmar que no existen diferencias significativas, y, por tanto, se acepta la hipótesis inicial.

Gráfica 5. Puntuaciones percentiles obtenidas por boxeadores y no boxeadores en la prueba de aprendizaje verbal diferido.



Distinguimos claramente la superioridad del grupo control en esta prueba. Solo tiene un sujeto con rango bajo frente a seis del grupo experimental. Tiene cinco sujetos con puntuación máxima frente a uno del grupo experimental. En la prueba t de Student el valor de t obtenido es 2,8562, lo que nos indica la presencia de diferencias significativas, por tanto se rechaza la hipótesis inicial.

Gráfica 6. Puntuaciones percentiles obtenidas por boxeadores y no boxeadores en la prueba de velocidad de procesamiento.

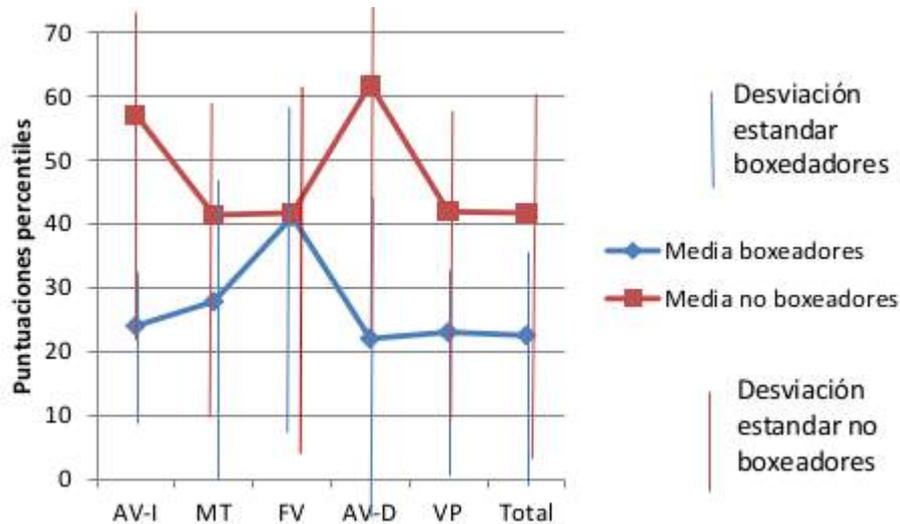


En esta prueba apreciamos cierta superioridad del grupo control. Solo tiene tres sujetos contra cinco del experimental en el rango bajo. El grupo control tiene tres sujetos por encima de 60 puntos. En la prueba t de Student el valor de t obtenido en este caso es 1,7335. Por ende hemos de aceptar la hipótesis nula y negar la existencia de diferencias significativas.

Tan solo en dos de las cinco pruebas se aprecian diferencias significativas entre los boxeadores y los no boxeadores. Pero los boxeadores tienen puntuaciones bastante inferiores a los no boxeadores, siendo de más de 13 puntos de media en el total y en todas las pruebas excepto en la prueba de fluidez verbal, donde es de menos de un punto.

Por esa razón compararemos los resultados tratando al test SCIP-S como conjunto. Para ello uniremos las medias de las puntuaciones obtenidas en cada prueba en un mismo grupo, creando el grupo de medias de la población boxeadora y por separado el de la no boxeadora. En la siguiente gráfica se muestran ambos grupos.

Gráfica 7. Media de las puntuaciones percentiles obtenidas en las pruebas del test SCIP-S y en el total por boxeadores y no boxeadores.



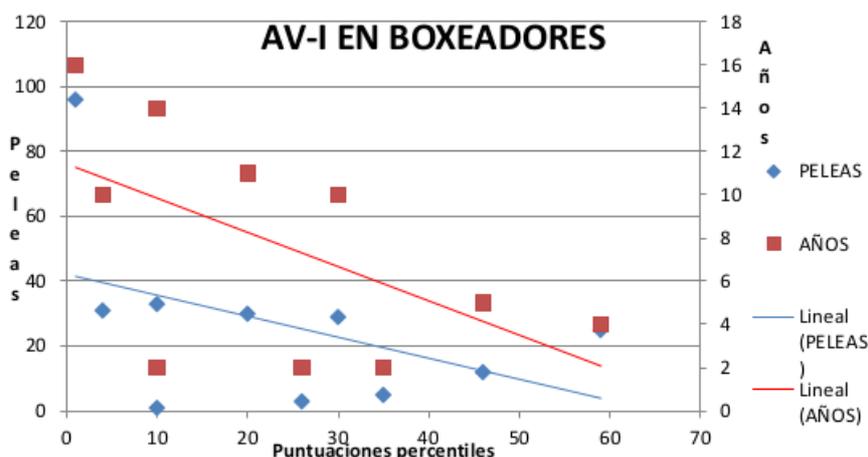
El grupo control está siempre por encima del grupo experimental. Sus desviaciones típicas son muy grandes, tanto que se superponen entre ellas e incluso se superponen a los propios valores de el otro grupo, excepto en las pruebas de AV-I y VP. Esto indica que dentro de los grupos existen registros muy diferentes. Es por ello que se requiere una prueba estadística para determinar si son significativas las diferencias. Para ello utilizaremos la t de Student.

En este caso al haber dos grupos de 6 valores cada uno utilizaremos 10 grados de libertad. La confianza será del 95%. Para estas características el valor

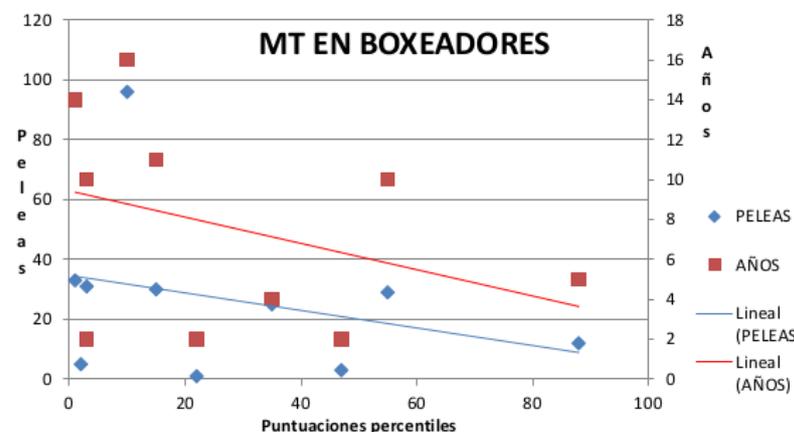
crítico de t es 1,1825. Al calcular el valor de t obtenemos 4,3145, lo cual nos indica que existen diferencias significativas entre los dos grupos.

Dentro del grupo experimental hay un amplio rango de resultados. Esto puede guardar relación con el número de peleas o de años boxeando. Para comprobarlo hemos agrupado a los boxeadores de dos formas distintas, por años boxeando y por número de peleas (Anexo 4). Elaboraremos gráficos donde aparezcan ambas agrupaciones con la puntuación percentil de cada sujeto. También aparecerá la tendencia de cada uno de ellos, es decir, si a más peleas o más años boxeando se dan mejores o peores resultados.

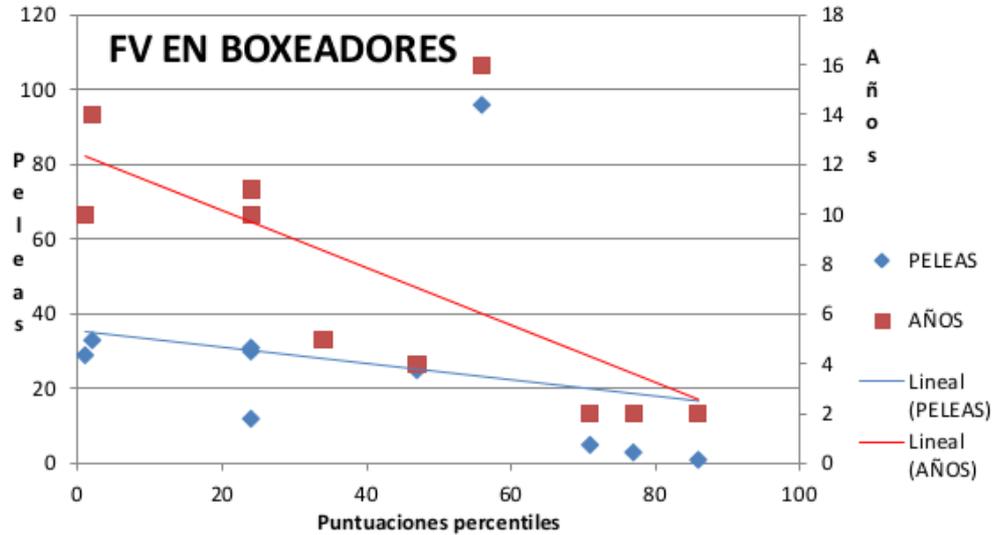
Gráfica 8. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles obtenidas en la prueba de aprendizaje verbal inmediato.



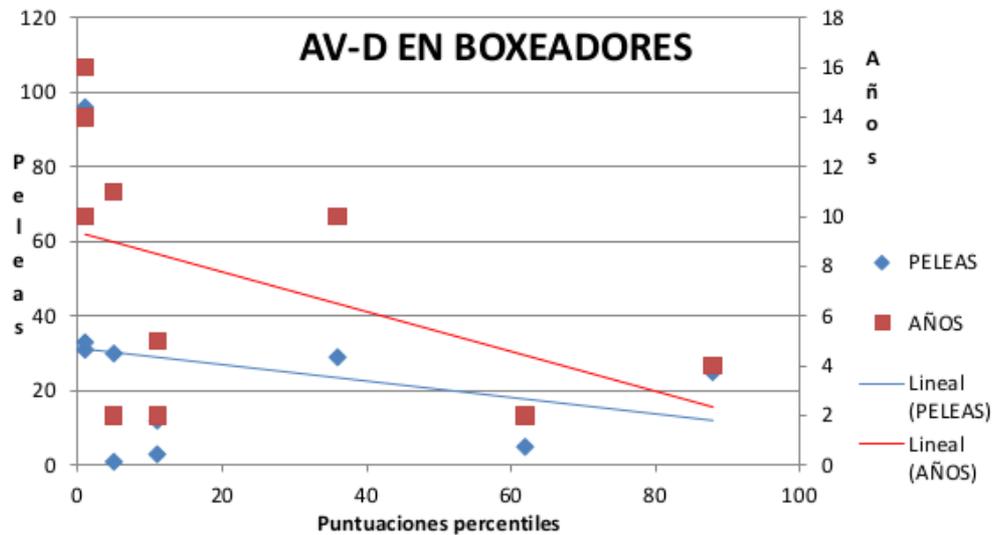
Gráfica 9. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles obtenidas en la prueba de memoria de trabajo



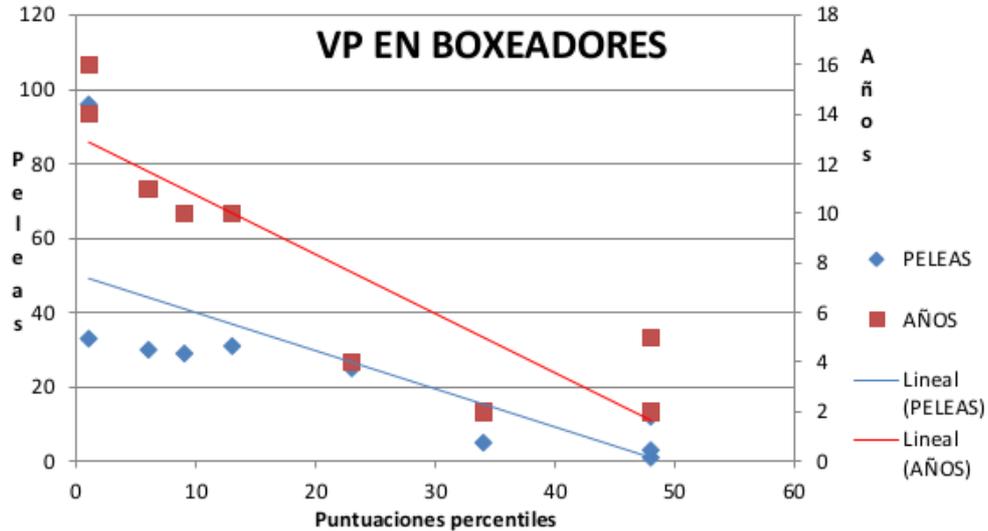
Gráfica 10. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles obtenidas en la prueba de fluidez verbal



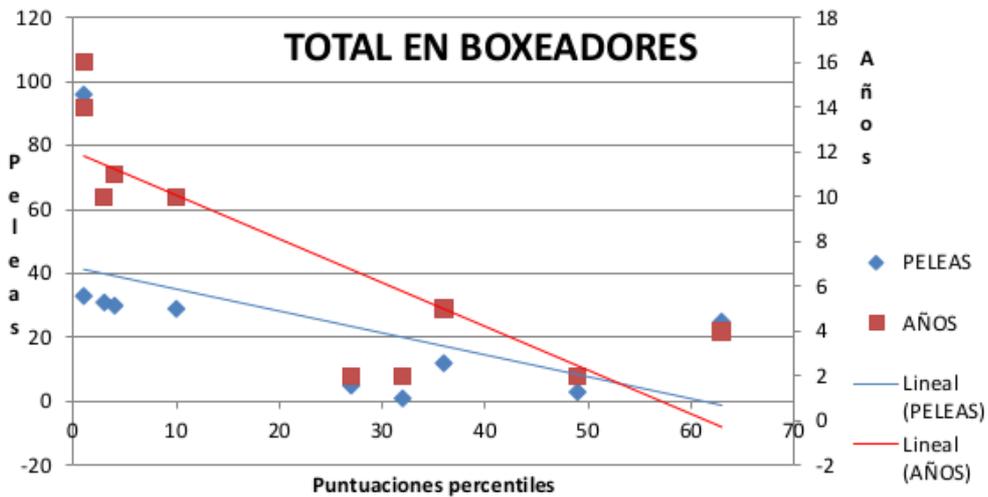
Gráfica 11. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles obtenidas en la prueba de aprendizaje verbal diferido.



Gráfica 12. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles obtenidas en la prueba de velocidad de procesamiento.



Gráfica 13. Relación entre el número de peleas y el número de años boxeando en las puntuaciones percentiles relacionadas al total de puntuaciones obtenidas en el test SCIP-S.



Las líneas de tendencia indican que a menos años boxeando o menos peleas, es decir, a menos experiencia en este deporte, mejores resultados se obtienen, ya que las líneas se dirigen hacia mejores puntuaciones a la par que descienden en años boxeando y número de peleas.

En las pruebas de velocidad de procesamiento y memoria de trabajo la diferencia en las pendientes no es trascendental. En el resto de pruebas y en el total la línea del grupo organizado según los años boxeando tiene mayor pendiente. Esto parece sugerir que es el número de años boxeando lo que produce mayor deterioro cognitivo, ya que para este indicador del deterioro cognitivo, el test SCIP-S, las puntuaciones en este grupo de boxeadores descienden más rápidamente a medida que aumenta el número de años boxeando de lo que lo hacen a medida que aumenta el número de peleas.

Hemos de tener en cuenta que a mayor experiencia en el deporte se realizan más peleas, por lo que los grupos resultantes al colocarlos por años boxeando y por número de peleas eran similares respecto a la posición que ocupaban los sujetos.

4. Conclusiones

El estudio con la prueba SCIP-S nos lleva a varias conclusiones:

Los boxeadores tienen puntuaciones notablemente más bajas en todas las pruebas (Tabla 1). Presentan dos sujetos más de media con puntuaciones en un rango bajo (Tabla 2).

Cuando estudiamos la diferencia en las puntuaciones individuales entre ambos grupos en cada prueba (Gráfica 2-6) observamos que solo en dos de las cinco existen diferencias significativas.

Tras estudiar las medias de los resultados obtenidos en cada prueba observamos que los boxeadores siempre tienen puntuaciones medias inferiores a los no boxeadores (Gráfica 7). La prueba t de Student confirma la presencia de diferencias significativas entre la medias de ambos grupos.

Por ello podemos concluir que para la población estudiada hemos de rechazar la hipótesis inicial, que afirma que no existen diferencias significativas entre ambos grupos. Esto indica que para el grupo estudiado el boxeo influye negativamente en las facultades cognitivas, lo cual parece lógico ya que los golpes dilatan las fibras nerviosas del cerebro, interrumpiendo su correcto funcionamiento.

Nos planteamos si existía una relación entre el número de peleas o años boxeando y los resultados en el test. Tras el estudio gráfico (Gráficas 8-13) hemos llegado a la conclusión de que la veteranía en este deporte parece influir negativamente en los resultados del test en esta población.

Las pendientes de las líneas de tendencia de los años boxeando eran mayores en cuatro de las seis gráficas que las que del número de peleas. Esto sugiere que en el grupo estudiado el número de años boxeando tiene mayor influencia en el deterioro cognitivo que el número de peleas, por tanto acepta-

mos la hipótesis inicial. Este resultado es lógico si pensamos que durante los entrenamientos también se reciben golpes. Pero el resultado es difícil de esclarecer ya que a más años entrenando más peleas.

Por tanto para los boxeadores estudiados se cumple que la puntuación en la prueba SCIP-S es menor que en los no boxeadores, con más puntuaciones en rangos bajos y muy bajos y con un pronunciado descenso de las puntuaciones con la experiencia en el boxeo. Podríamos afirmar entonces que para este grupo de boxeadores el deterioro cognitivo es apreciable durante el transcurso de la carrera y no necesariamente al final de la misma.

Podemos afirmar que no solo la competición en el boxeo puede resultar perjudicial para las facultades cognitivas sino que también puede serlo el entrenamiento. Se podrían proponer revisiones del estado cognitivo de los boxeadores, e incluso tratar el deterioro cognitivo como lesión.

No hemos tenido en cuenta el peso de los boxeadores. Esto podría ser motivo de una investigación, se podría buscar relación entre el peso en el que se compete y el deterioro cognitivo, e investigar si merece la pena bajar de peso para competir.

Otra vía para continuar la monografía sería estudiar a partir de cuándo se puede observar un mayor deterioro cognitivo ya que en los boxeadores estudiados a partir de los cinco años las puntuaciones percentiles caen de forma drástica (Tabla 5).

5. Fuentes

5.1 Bibliografía

- Carnero C., Lendínez A., Maestre J., Zunzunegui M. V. "Fluencia verbal semántica en pacientes neurológicos sin demencia y bajo nivel educativo". *Rev Neurol* 1999, 28 (9), pag 858-862.
- Colom R. y Flores-Mendoza C. "Inteligencia y Memoria de Trabajo: La Relación Entre Factor G, Complejidad Cognitiva y Capacidad de
- Procesamiento" *Psicología: Teoría e Pesquisa* Vol.17, N°1, pag 37-40.
- De Noreña D., Ríos-Lago M., Bombín-González I., Sánchez-Cubillo I., García-Molina A., Tirapu-Ustárriz J. "Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje", *Rev neurol* 2010, 51 (11), pag: 687- 690.
- McCrory P., "Boxing and the Brain, Revisiting chronic traumatic encephalopathy", *Br J Sports Med* 2002, 36, pag 2.
- Orient-López F., Sevilla-Hernández E., Guevara-Espinosa D., Terré- Boliart R., Ramón-Rona S., Bernabeu-Guitart M., "Resultado funcional al alta de los

traumatismos craneoencefálicos graves ingresados en una unidad de daño cerebral", Rev Neurol 2004, 39 (10), pag 901-906.

- Pino O., Guilera G., Rojo J. E., Gómez-Benito J., Purdon S. E. "Screening del Deterioro Cognitivo en Psiquiatría", Tea ediciones, pag 17- 20.
- Ríos-Lago M., Alonso R., Periañez J.A., Paúl N., Oliva P., Álvarez-Linera J., "Tensor de difusión por Resonancia Magnética y Velocidad de procesamiento: Estudio de la Sustancia Blanca en pacientes con Traumatismo Craneoencefálico", Trauma, Abril/Junio 2008, vol 17 n°2, pag 102-110.
- Spinetto M. "Memoria y cognitivismo", Vertex, revista argentina de psiquiatría, Vol. 12, N°. 46 pag 247.
- Unterharnscheidt F. y Taylor- Unterharnscheidt J., Boxing Medical aspects, Academic Press, pag 2.

5.2 Webgrafía

- Autor desconocido "Áreas funcionales de la corteza cerebral", visto en: <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Los%20Sistemas/Nervioso/Central/Areas.htm>, Consultado el: 15/02/2016
- Autor desconocido, "Facultades cognitivas", Neuronup, visto en: <https://www.neuronup.com/es/areas/functions>, Consultado el: 15/02/2016
- Autor desconocido, "Historia del boxeo", Solo boxeo, visto en <http://www.soloboxeo.com/historia/> consultado el: 15/02/2016
- Autor desconocido, "Traumatismo craneoencefálico", visto en: [http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Discapacidades/Desarrollo%20 Motor/Traumatismo%20craneoencefalico/Paginas/trauma.aspx](http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Discapacidades/Desarrollo%20Motor/Traumatismo%20craneoencefalico/Paginas/trauma.aspx) consultado el: 15/02/2016.
- Barrantes A., "Neuropsicología y aprendizaje", visto en: <http://www.neuropsicologiayaprendizaje.com/que-es-la-velocidad-de-procesamiento-cognitivo-y-su-importancia/> consultado el 13/02/2016.
- Guerrero S.Y., "Procesos cognitivos, memoria pensamiento y lenguaje", visto en: <http://www.monografias.com/trabajos92/trabajo-investigacion-procesos-cognitivos/trabajo-investigacion-procesos-cognitivos.shtml>, Consultado el: 15/02/2016.
- Dr Marwan Sabbagh ALZHÉIMER guía práctica respuesta a las cuestiones fundamentales, desde su diagnóstico hasta cómo se aplica el tratamiento.- Pag 133, visto en: <https://books.google.es/books?id=SyVQHAOVONUC&pg=PA133&lpg=PA133&dq=perdida+de+memoria+de+los+boxeadores&source=bl&ots=KoE SEUd9Ln&sig=4DgJx4tTGw-Fq6zVOyW43-b5GKg&hl=es&sa=X&ved=0CEYQ6AEwBmoVChMIue6S2I6kxwIVwz8U->

Ch043wLp#v=onepage&q=perdida%20de%20memoria%20de%20los%20bo-
readores&f=false Consultado el 29/02/2016.

- Sanz M., "Síndrome piramidal, síndrome cerebeloso, síndrome extrapiramidal. Apuntes de neurología. Apuntes de medicina", visto en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/397/1/Sindrome-piramidal-sindrome-cerebeloso-sindrome-extrapiramidal-Apuntes-de-neurologia-Apuntes-de-medicina.html> consultado el 14/02/16.
- Definición de PET: visto en, www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=pet Consultado el 03/03/2016.

5.3 Figuras

1. Representación del cerebro dividido por regiones, Autor desconocido "Áreas funcionales de la corteza cerebral", visto en: <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Los%20Sistemas/Nervioso/Central/Areas.htm>, Consultado el: 15/02/2016
2. Vaina de mielina, Autor desconocido "ReBuilder medical" visto en: <http://www.tratamientoneuropatia.com/p/la-mielina-y-las-conexiones-neuronales.html> Consultado el 29/02/2016
3. Impacto puro, fuente propia.
4. Traumatismo aceleración-desaceleración, Autor desconocido "Tratamiento para pacientes con traumatismo craneoencefálico", visto en: <http://www.fisioterapia-neurologica.es/patologias/traumatismo-craneoencefalico/>, Consultado el 29/02/2016.
5. División del cerebro en materia gris y materia blanca, Autor desconocido, "Materia gris y blanca del cerebro", visto en: https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/18117.htm consultado el 02/03/2016.

6. Anexo 1. Ficha para los participantes en el test

Ficha para los participantes en el test de memoria

Esta ficha es solamente informativa, y su objetivo es realizar los grupos correspondientes para el posterior estudio. Si se siente incómodo con alguna respuesta puede dejarla en blanco.

SUJETO NUMERO:

GRUPO CONTROL

GRUPO EXPERIMENTAL

NOMBRE Y APELLIDOS:

EDAD:

¿HA PRACTICADO ALGUNA VEZ BOXEO?:

NÚMERO DE PELEAS TOTALES:

NÚMERO DE PELEAS CON CASCO:

NÚMERO DE PELEAS SIN CASCO:

NÚMERO DE NOCOUTS SUFRIDOS:

NÚMERO DE AÑOS PRACTICANDO BOXEO:

¿HA SUFRIDO ALGUNA ENFERMEDAD O TRAUMATISMO (FUERA DEL BOXEO) QUE PUEDA INFLUIR EN SU MEMORIA? ¿CUAL?

¿TOMA USTED ALGUN MEDICAMENTO REGULARMENTE QUE PUEDA AFECTAR A SU MEMORIA?

¿CUANTAS HORAS DUERME HABITUALMENTE?

INDIQUE SI CONSUME (ESPORÁDICAMENTE, SEMANALMENTE, DIARIAMENTE, NADA) LAS SIGUIENTES SUSTANCIAS:
ALCOHOL:
CAFE:

BEBIDAS ESTIMULANTES:

DROGAS (INDIQUE CUALES):

INDIQUE CUAL ES SU CONSUMO DE LOS SIGUIENTES ALIMENTOS (ESPORADICO, SEMANAL, DIARIO, NADA):

CARNE:

PESCADO:

LECHE:

HUEVOS:

VERDURA:

LEGUMBRES:

DULCES:

EMBUTIDOS:

PASTA, ARROZ, PATATAS:

EL DE LA REALIZACION DEL TEST SE ACONSEJA DORMIR ENTRE 8 Y 10 HORAS, ESPERAR POR LO MENOS DOS HORAS DESPUES DE COMER, NO TOMAR BEBIDAS ENERGETICAS, ALCOHOL, CAFE NI DROGAS EL DIA DE LA REALIZACION DEL TEST PARA EVITAR SITUACIONES ESTRESANTES QUE PUEDAN ALTERAR LA CONCENTRACION A LA HORA DE REALIZARLO.

SIENDO CONOCEDOR DE QUE SUS RESULTADOS NO APARECERAN EN NINGUN MOMENTO ADJUNTOS A NINGUNA SEÑA DE IDENTIFICACION NI EN EL TRABAJO NI EN NINGUN REQUERIMIENTO POSTERIOR, Y SIENDO TAMBIEN CONSCIENTE DE QUE SU PARTICIPACION EN LA PRUEBA SERA CONFIDENCIAL A MENOS QUE LA ORGANIZACION DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL REQUIERA UNA LISTA CON LOS NOMBRES DE LOS PARTICIPANTES Y LA ACEPTACION DEL TEST (ENCUYO CASO SOLO DICHA ORGANIZACION LA RECIBIRA) ¿ACCEDE A LA REALIZACION DE LA PRUEBA DE FACULTADES COGNITIVAS?

Yo _____ a dia _____ estoy informado de las condiciones y objetivo del estudio y estoy conforme con mi participación.

Firma del participante:

8. Anexo 3. Tablas de datos brutos.

Tabla 3. Puntuaciones percentiles obtenidas en las pruebas del test SCIP-S: AV-I, MT, FV, VP y del total, en boxeadores y no boxeadores.

9.	Pruebas del test SCIP-S	SUJETOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boxeadores	AV-I	1,00	10,0	10,0	26,0	30,0	35,0	46,0	59,0	20,0	4,00
	MT	10,0	22,0	1,00	47,0	55,0	2,00	88,0	35,0	15,0	3,00
	FV	56,0	86,0	2,00	77,0	1,00	71,0	24,0	47,0	24,0	24,0
	AV-D	1,00	5,00	1,00	11,0	36,0	62,0	11,0	88,0	5,00	1,00
	VP	1,00	48,0	1,00	48,0	9,00	34,0	48,0	23,0	6,00	13,0
	Total	1,00	32,0	1,00	49,0	10,0	27,0	36,0	63,0	4,00	3,00
No boxeadores	AV-I	35,0	96,0	74,0	87,0	46,0	26,0	1,00	74,0	87,0	46,0
	MT	47,0	47,0	33,0	47,0	66,0	15,0	3,00	66,0	88,0	3,00
	FV	14,0	2,00	1,00	64,0	77,0	11,0	71,0	90,0	24,0	64,0
	AV-D	22,0	88,0	88,0	62,0	62,0	22,0	11,0	88,0	88,0	88,0
	VP	13,0	48,0	13,0	97,0	65,0	48,0	13,0	66,0	34,0	23,0
	Total	12,0	36,0	12,0	87,0	77,0	9,00	2,00	96,0	63,0	24,0

Anexo 4. Clasificación de los boxeadores

Tabla 4. Puntuaciones percentiles en cada prueba de los boxeadores organizados por el número de peleas realizadas. (AV-I= aprendizaje verbal inmediato, MT= memoria de trabajo, FV= fluidez verbal, AV-D= aprendizaje verbal diferido, VP= velocidad de procesamiento)

Número de los sujetos	Número de peleas	AV-I	MT	FV	AV-D	VP	Total
2	1	10	22	86	5	48	32
4	3	26	47	77	11	48	49
6	5	35	2	71	62	34	27
7	12	46	88	24	11	48	36
8	25	59	35	47	88	23	63
5	29	30	55	1	36	9	10
9	30	20	15	24	5	6	4
10	31	4	3	24	1	13	3
3	33	10	1	2	1	1	1
1	96	1	10	56	1	1	1

Tabla 5. Puntuaciones percentiles de los boxeadores organizados según el número de años boxeando. (AV-I= aprendizaje verbal inmediato, MT= memoria de trabajo, FV= fluidez verbal, AV-D= aprendizaje verbal diferido, VP= velocidad de procesamiento)

Número de los sujetos	Número de años boxeando	AV-I	MT	FV	AV-D	VP	Total
6	2	35	3	71	62	34	27
4	2	26	47	77	11	48	49
2	2	10	22	86	5	48	32
8	4	59	35	47	88	23	63
7	5	46	88	34	11	48	36
10	10	4	3	24	1	13	3
5	10	30	55	1	36	9	10
9	11	20	15	24	5	6	4
3	14	10	1	2	1	1	1
1	16	1	10	56	1	1	1

La revolución de la luz. ¿Cómo se reflejó en la pintura los cambios en la experiencia lumínica a finales del siglo XIX?

Carolina Vega Cabello



Resumen

La sociedad de finales del siglo XIX estuvo marcada por una serie de cambios que transformaron la forma de vida. Con la aparición de la luz eléctrica, la actividad nocturna se convirtió en algo posible gracias a una nueva forma de energía barata, limpia y duradera. El día también se transforma gracias a un nuevo aprovechamiento de la luz natural y un cambio en las nuevas actividades de ocio al aire libre. El desarrollo arquitectónico se inclina, en esta época, en aprovechar al máximo la luz de sol con el fin de crear espacios amplios y luminosos. Además, los parques y el mar se convierten en nuevos lugares de ocio como liberación del bullicio de las nuevas ciudades industriales.

Los cambios sociales que ocasionó una revolución en la concepción lumínica, quedan retratados por los artistas impresionistas, como reflejo social directo del cambio de énfasis que había producido la luz. Se trata, para la sociedad de finales del siglo XIX, de una nueva forma de entender, captar y emplear la luz. La repercusión de las innovaciones tecnológicas en la sociedad, han hecho de este siglo, un periodo radiante gracias a la reciente accesibilidad de la luz.

Encontramos, en este periodo, un antes y un después en la experiencia cotidiana de la luz. Y a través de un estudio histórico, se ha establecido una conexión entre revolución de la luz arte y sociedad.

Agradecimientos

La experiencia académica que ha supuesto la monografía, ha sido gracias a una dedicación personal y a la ayuda de todos aquellos que de una forma u otra, han aportado para este trabajo.

Quiero agradecer a mi tutor de monografía Luis Carlos Díez por toda la ayuda recibida y sus propuestas de mejoras, gracias. También, agradecer a mis padres, Bonifacio Vega y Cecilia Cabello, su apoyo constante en el proceso, por estar ahí en los momentos de mayor presión, y por sus consejos para siempre mejorar. A todos los que han puesto su granito de arena también se lo agradezco.

En último lugar, gracias a Joaquín Sorolla y al museo Joaquín Sorolla, por inspirarme en escoger este tema de monografía, que sin duda ha sido enriquecedor en muchos aspectos, gracias.

Introducción

El siglo XIX estuvo marcado por una serie de transformaciones que impulsó a la ciencia el deseo de entender aquello que hasta el momento había sido un misterio: la luz. El nuevo "descubrimiento" de la luz traspasó al ámbito social gracias a que su conocimiento había permitido entenderla, dominarla, generarla, manipularla, y sobre todo tener una accesibilidad a ella mucho mayor.

Una nueva concepción de la luz, fruto de un proceso paulatino, cambió la forma de vida social. Los pintores fueron capaces, gracias a un verdadero conocimiento lumínico, de evolucionar artísticamente y reflejar en su obra, los cambios que se producían como consecuencia de "la revolución de la luz".

El arte se contextualiza dentro de un momento histórico concreto, por lo que no podemos separarlo de una dimensión social. La Sociología del Arte¹⁵⁵ estudia la relación arte-sociedad, especialmente en momentos de cambio. El filósofo y poeta francés Jean-Marie Guyau, afirmó en su obra *El Arte desde un punto de vista Sociológico*, que el arte es social por su origen, su finalidad y su propia esencia: "La ley interna del arte es producir una emoción estética de carácter social"¹⁵⁶.

155 Disciplina de las ciencias sociales que estudia la relación entre el arte y la sociedad. Surge en el siglo XX.

156 GUYAU, JEAN-MARIE (1902) "El arte desde un punto de vista sociológico". Publicación de Madrid. 536 pp. Distribuido por la Universidad de California. (URL Visualizador digital <https://archive.org/details/elartedesdeelpun00guya>), p. 4 de la introducción de Alfredo Fouillée.

Más allá de la relación decisiva que existe entre el arte y la sociedad, podemos establecer una vinculación con la ciencia. Ésta afecta a la sociedad en la comunicación, el transporte, la iluminación... La ciencia y tecnología tienen implicaciones sociales, y la sociedad se ve reflejada en el arte.

En el siglo XIX, el desarrollo científico supuso un factor clave para dicha evolución. Por tanto, el objetivo de esta investigación es llegar a una comprensión profunda de los cambios producidos en la experiencia cotidiana de la luz, fruto de dichos desarrollos científicos y tecnológicos, así como su repercusión social y el aporte histórico-artístico que derivaron de estos cambios. Se llevará a cabo un análisis tanto social como artístico, de una de las muchas "piezas" que compusieron la Revolución Industrial del siglo XIX.

Debido a mi asistencia a una exposición de Joaquín Sorolla llamada el Arte de la Luz (véase anexo 1), decidí elegir este tema de monografía. Además, el 2015 fue nombrado Año Internacional de la Luz, por lo que he considerado interesante enfocarla en este campo, conectado la ciencia, el arte y la sociedad, y estableciendo como vínculo de unión la luz.

Cambios en la experiencia cotidiana de la luz

Contexto histórico

Uno de los principales puntos de mira en la evolución de la ciencia y la tecnología es la luz, tanto natural como artificial. Gracias a la industrialización y a una "revolución intelectual", se consigue un conocimiento y dominio haciendo del siglo XIX, el "siglo de las luces".

La Primera Revolución Industrial, que comienza en Inglaterra, impulsó la economía capitalista y revolucionó de manera significativa el mundo de los transportes y de la comunicación con la aparición del ferrocarril de vapor (1825) y la invención del telégrafo (1836). Además, apareció un desarrollo urbano importante con la aparición del alumbrado y sistemas de alcantarillado. Las grandes ciudades se industrializaron y la población creció. A su vez, La "sociedad estamental" evolucionó a una "sociedad de clases", consolidando una nueva clase urbana cosmopolita y una nueva clase urbana trabajadora.

El arte también se desarrolló durante este siglo con la culminación del Impresionismo, corriente precursora de las vanguardias del siglo XIX. Evolución del realismo pictórico, destacó por su plasmación de sensaciones como muestra de la visión subjetiva del artista. Un desarrollo en teorías de óptica y color contribuyen a una mejora de la técnica. Además, la creación de las exposiciones universales y salones de arte¹⁵⁷, facilitaron la divulgación de las obras

157 "Grandes maestros: Impresionismo" (2016) Editorial LIBSA. Madrid. 223 páginas. (ISBN: 978-84-

a más estratos de la sociedad. Los pintores más representativos del momento, como Monet, Renoir o Degas, supieron captar subjetivamente el apogeo de un siglo de cambios. En España, Joaquín Sorolla destacó como verdadero genio de la luz, reflejando la sociedad valenciana de una forma única¹⁵⁸.

Aparición de la Iluminación eléctrica: La Noche

El cambio de experiencia lumínica nocturna, se fundamenta en el surgimiento de la iluminación eléctrica.

En el principio de los tiempos, la actividad del hombre se restringía a las horas de luz solar. Las limitadas formas de llegar a la noche, apenas permitían ampliar el horario diurno. Las innovaciones tecnológicas se fueron desarrollando paulatinamente, cambiando el concepto de la iluminación¹⁵⁹. Los primeros métodos de alumbrado fueron las antorchas y las velas, que posteriormente evolucionaron con el descubrimiento de los combustibles.

Sin embargo, no es hasta el siglo XVIII, cuando se produce un verdadero cambio en los métodos de alumbrado. En 1795, William Murdoch instala por primera vez un sistema de iluminación por gas para una fábrica inglesa, y ya a comienzos del siglo XIX, la mayor parte de las ciudades de Europa y Norte América tenían este tipo de alumbrado¹⁶⁰.

En este mismo periodo, Michael Faraday es capaz de construir el primer motor eléctrico, gracias a los estudios de Oersted y Volta¹⁶¹. Este hito supuso el nacimiento de la ingeniería eléctrica moderna, como nueva fuente de energía con potencial para revolucionar el mundo. Con la invención de la electricidad, el mundo de la iluminación sufre una gran transformación. Los numerosos incidentes e incendios causados por las lámparas de aceite y gas propiciaron la acogida de la luz eléctrica, calificada por ser limpia y segura.

El físico francés Foucault inventa la primera lámpara de arco¹⁶², utilizada para el alumbrado de las calles: durante los años de 1870 se dispusieron grandes cantidades de lamparillas eléctricas en grandes ciudades como Londres, París, Nueva York y Berlín.

662-2759-9) p.22.

158 Biografías y vidas: Joaquín Sorolla (;?) <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/sorolla.htm>

159 GIL MARTÍN, ANDRÉS (2009) Historia de la iluminación, consultado el 16/12/2015, URL http://csi-if.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_23/ANDRES_A_GIL_1.pdf

160 Historia de la Iluminación, consultado el 11/01/2016, URL <http://fragailuminacion.com.ar/publicaciones/historia-de-la-iluminacion/>

161 Volta desarrolla la fuente de corriente eléctrica de la pila de Volta, Oersted descubre las propiedades magnéticas de la corriente eléctrica en 1816.

162 Se basó en los estudios del químico inglés Sir Humphry Davy, que a través de una descarga eléctrica entre dos electrodos de carbón, se producía luz.

Además, tras un siglo de fructíferas investigaciones científicas, en 1873 Maxwell establece por primera vez que la luz es una onda electromagnética, derogando teorías anteriores como la de Isaac Newton (ver anexo 3)¹⁶³.

En 1878, treinta mil personas vieron un partido de fútbol de Sheffield con luz artificial, y el mercado de Billingsgate fue el primer lugar público en poseer el primer sistema de iluminación eléctrica¹⁶⁴. Pese a que supuso un gran avance, la lámpara de arco era cara de mantener y complicada de manejar por su gran tamaño.

Este problema fue resuelto por Joseph Wilson Swan y Thomas Alba Edison, que inventaron la primera bombilla eléctrica. Ésta proporcionaba una iluminación estable y significativamente menos costosa: "Yo proporcionaré luz tan barata -afirma Edison en su presentación en 1879 - que no sólo los ricos podrán hacer arder sus bujías."¹⁶⁵

La nueva forma de alumbrado se expande con velocidad, encontrando en 1900, el uso de dos millones y medio de bombillas, solamente en Londres¹⁶⁶. En España, la aventura eléctrica comienza con la primera central eléctrica en Barcelona, en 1875.¹⁶⁷

Uso de la luz natural: El día

La electricidad mejoró considerablemente el traspaso de la luz a la noche. La experiencia lumínica durante el día evoluciona gracias a otros avances.

En primer lugar, el cambio producido por una nueva arquitectura basada en estructuras ligeras, permitió el aprovechamiento del Sol en los nuevos edificios con la creación amplios espacios con una gran cantidad de iluminación. La industrialización supuso una innovación en los materiales de construcción debido a una mecanización del trabajo. Las nuevas estructuras de hierro y vi-

163 BOADILLA, Jaime (2014) *Lineas de tiempo. Teorías de La luz* Consultado en 19/01/2016 URL <http://image.slidesharecdn.com/presentacinlineadeltiempo-140906232517-phpapp02/95/presentacin-linea-del-tiempo-1-638.jpg?cb=1410046246>

164 Electricidad y la vida cotidiana de la sociedad de finales del Siglo XIX <http://editoreslasamericas.com/dossier/electricidad-y-la-vida-cotidiana-de-la-sociedad-de-finales-del-siglo-xix/>

165 Cuando Edison la presenta en 1879 en Nueva York, permanece dos días encendida. Su mérito frente al de Swan (pese a inventarla antes) fue patentar una bombilla viable para el uso cotidiano: las calles, los hogares, los comercios, etc. MENÉNDEZ-BARZANALLA, RAFAEL (2008) Breve historia de la electrotécnica, consultado el 11/01/2016, URL <http://www.um.es/docencia/barzana/DIVULGACION/ELECTRONICA/Historia-electrotecnica.html>

166 Electricidad y la vida cotidiana de la sociedad de finales del Siglo XIX <http://editoreslasamericas.com/dossier/electricidad-y-la-vida-cotidiana-de-la-sociedad-de-finales-del-siglo-xix/>

167 BENÍTEZ, LAURA (2013) Breve historia de la luz en España, consultado el 11/01/2016, URL <https://www.holaluz.com/blog/breve-historia-de-la-luz-en-espana/>

drio, permitieron a los arquitectos aplicar nuevas técnicas, creando diseños inspirados en grandes ventanales y cúpulas.

El Palacio de Cristal de Joseph Paxton, construido para la Exposición Universal¹⁶⁸ de Londres (1851), es la clara ejemplificación de la innovación arquitectónica en el aprovechamiento lumínico. La estructura de hierro y cristal con apariencia de un inmenso invernadero, no dejaron indiferentes a las cinco millones de personas que acudieron a la exposición. De este edificio se inspiró Ricardo Velázquez- Bosco para su Palacio de Cristal del Parque del Buen Retiro en Madrid, como motivo de la Exposición de las Islas de Filipinas¹⁶⁹ en 1887.



Imagen 31: Exposiciones Universales

Los grandes pabellones quedaban inundados por la luz del Sol.

En segundo lugar, las innovaciones arquitectónicas estuvieron acompañadas por un cambio en la experiencia cotidiana de la luz diurna, protagoniza-

168 Las exposiciones universales, que tuvieron su germen en las exposiciones nacionales francesas, consistían en una gran feria a la que acudían millones de personas centradas en el comercio y la presentación de avances tecnológicos. Fue además una plataforma de difusión para los artistas y lugar de intercambio cultural, de diseño, de relaciones internacionales, de ciencia y tecnología, y de turismo. Siendo Londres la primera, también se organizaron en otras ciudades como en París (1855, 1867, 1889), Viena (1873) o incluso en Melbourne (1880, 1886) TORVAR MARTÍN, VIRGINIA (¿?) Las exposiciones universales, consultado el 16/12/2015, URL <http://www.artehistoria.com/v2/contextos/5147.htm>

169 Palacio de Cristal Madrid (2016), consultado el 16/12/2015, URL <http://www.gomadrid.com/activity/parks/palacio-de-cristal.html>

da por la sociedad urbana. La evolución de las actividades sociales se produce a raíz de una degradación del ambiente urbano debido al proceso de industrialización. Se ponen en marcha iniciativas en grandes ciudades para crear espacios urbanos de componente natural, con el fin de aliviar la tensión que suponía el nuevo ambiente.

Los nuevos parques y jardines con acceso público, se convierten en nuevos lugares de ocio. En Londres, aparece el Hyde Park & Kensington Garden, y Central Park de Nueva York también se crea en este periodo. El Parque del Buen Retiro de Madrid se abre al público en 1868, antes reservado al uso exclusivo del monarca y la corte¹⁷⁰. Además, la aparición del ferrocarril facilita el transporte para acudir a lugares alejados de las alborotadas ciudades, y disfrutar de la naturaleza de primera mano¹⁷¹. La aristocracia y a las élites urbanas encontraron en las playas, el nuevo destino turístico idóneo, donde la luz natural sobre las aguas del mar ofrecía un espectáculo continuo y cambiante. En Francia y Gran Bretaña se construyen los primeros balnearios en zonas marítimas. El norte y la costa levantina se convierten en el destino español elegido¹⁷².

Análisis: Los cambios sociales y su reflejo en el arte

La industrialización del siglo XIX originó un cambio en la concepción económica que, junto una serie de cambios políticos¹⁷³, forjaron de este periodo un punto de transición hacia la modernidad. Si la nueva concepción liberal de la economía y las nuevas formas de gobierno cambiaron las estructuras sociales, el gran desarrollo tecnológico revolucionó el día a día de las personas. Los grandes avances supusieron una nueva concepción de los transportes, la comunicación y el urbanismo.

Dentro de todo el cuadro que conforma los cambios tecnológicos y científicos por la industrialización, la iluminación es una pequeña, pero relevante parte de la concepción total que supuso el cambio. La aparición de la luz eléctrica supuso la forma definitiva de acceso a las horas nocturnas; y las nuevas actividades y edificaciones en torno al día, un cambio significativo en la expe-

170 PASCUAL, JOSÉ MANUEL (2015) "Exposición: Sorolla Arte de la luz". En el Museo Sorolla. Madrid. (ISBN: 9-78840-034678), p. 17.

171 Ídem.

172 "En España este tipo de nuevo ocio turístico se concentró especialmente en el norte y más tarde en las zonas del levante, por lo que la mayor parte de los escenarios reconocibles de la muestra artística -en el caso de los artistas españoles- pertenecen a estas costas". BAYONA, VICTORIA. R (2015) El mar y sus primeros vínculos turísticos, consultado el 20/01/2016, URL <http://www.malagahoy.es/article/ocio/1994850/mar/y/sus/primeros/vinculos/turisticos.html>

173 La política se ve transformada por el establecimiento de estados liberales, que supone el fin del Antiguo Régimen en las principales capitales europeas.

riencia cotidiana de interacción social. Pese a no tratarse de un acontecimiento concreto, fue todo el proceso que duró la transformación social, lo que ha otorgado a la luz un papel relevante en la evolución de la vida de las personas a finales del siglo XIX.

Los artistas experimentaron los cambios sociales y supieron captarlos en su obra. Con el desarrollo en los múltiples campos, el arte también sufre un proceso evolutivo tanto en la temática como en la técnica. La culminación llega de la mano del Impresionismo, que, presentado al mundo en las Exposiciones Universales, reflejó el cambio y la relevancia que supuso. Este movimiento toma al aire libre como forma de llegar a una realidad llena de luz, gracias a su conocimiento y a su dominio.

La luz eléctrica hizo de las calles y los espacios urbanos un lugar más seguro. Pese a que gracias a la iluminación de gas, la gente había tenido la capacidad de tener luz artificial en las calles de una forma más permanente que las antiguas formas de alumbrado, los peligros de incendio estaban presentes. Gracias a la electricidad, se pudo llegar a la noche de una forma más segura y duradera. Wolfgang Schivelbusch describe la llegada de la luz como una "apoteosis visual"¹⁷⁴.

La sociedad tenía la oportunidad de extender sus horas de ocio con la organización de eventos y fiestas nocturnas, ya que los espacios interiores también aprovecharon las nuevas formas lumínicas. La unión de una iluminación moderna y novedosa, juntos con los amplios y nuevos paseos que habían surgido con el desarrollo del urbanismo¹⁷⁵, crearon de los espacios públicos un lugar selecto y de transmisión intelectual¹⁷⁶. En Inglaterra por ejemplo, surge en los primeros años del siglo XX el *Círculo de Bloomsbury*¹⁷⁷.

El "siglo de las Luces" consiguió hacer de la noche una continuación de la frenética actividad diurna. Los vehículos modernizados, consiguieron una accesibilidad mayor a los nuevos espacios urbanísticos gracias a la implantación del sistema de alumbrado significativamente más estable.

Sin embargo el acceso a esta "revolución de la luz" no llegó a todos estratos sociales con la misma intensidad, debido al aumento de desigualdad social que había traído consigo la modernización económica. Las clases obreras

174 OTTER, CHRIS (2008) "The Victorian Eye: a political history of light and vision in Britain, 1800-1910" University of Chicago Press. 392 páginas. (ISBN: 9780226640785)

175 SOLÍS UMPIERREZ, CLAUDIA (2010) *Burguesía: vida cotidiana*, consultado en 11/01/2016, URL <http://creartehistoria.blogspot.com.es/2010/04/burguesia-vida-cotidiana.html>

176 NÚÑEZ ROLDÁN, FRANCISCO (2007) "Ocio y vida cotidiana en el mundo hispánico en la Edad Moderna" Sevilla: Universidad de Sevilla. 804 págs. (ISBN: 9788447210794) p. 620

177 Intelectuales (2014) <http://www.intelectuales.es/los-intelectuales-del-siglo-xx-el-circulo-de-bloomsbury/>

se veían sometidas a condiciones de vida desfavorables en “espacios carentes de instalaciones sanitarias o agua corriente¹⁷⁸”. El impacto lumínico fue considerablemente menor respecto a las élites desde un punto de vista lúdico, pero mejoró la seguridad nocturna significativamente.

Además, el precio de las bombillas se había reducido significativamente con las mejoras de Alva Edison. La ciudad francesa de París fue la elegida por los pintores impresionistas para ser retratada en escenas nocturnas. La obra *Boulevard Montmartre la nuit*¹⁷⁹ del pintor francés Camille Pissarro en 1898, supone la obra más significativa del momento con respecto al retrato de las nuevas escenas nocturnas urbanas, gracias a la innovación umínica. Complementa las lámparas de la calle con una línea de coches, identificables por sus faros, al pasar por la calle mojada. Las aceras se encuentran dominadas por las luces brillantes que rebosan en los restaurantes y clubes a pie de calle. Como afirman expertos en la materia “Esta pintura es un estudio magistral sobre luz de la noche en París”¹⁸⁰.

Es la visión de una ciudad moderna donde la luz cobra protagonismo e ilumina el nuevo escenario donde los coches sustituyen a los caballos sumándose a la noche iluminada. Por otro lado, la falta de estrellas en el cielo muestran los indicios de una novedosa contaminación lumínica como consecuencia de los avances que habían cambiado la vida de la sociedad urbana. Otros artistas como Konstantin Korovin también retrataron el auge nocturno de la ciudad de París.

178 CARRASCO ALVAREZ, ENRIQUE (2009) *Vivienda en la Revolución Industrial*, consultado en 19/01/2016, URL <http://ecatectonico.blogspot.com.es/2009/01/vivienda-en-la-revolucin-industrial.html>

179 Pertenece a la colección que pintó desde su habitación del Hotel de Russie en París.

180 SCOTT, LAUREN (2015) *Impressionism Report*. Pissarro: 'Montmartre at Night', consultado el 11/01/2016, URL <http://artcozylaurel.blogspot.com.es/2015/09/impresionism-report-pissarro.html>



Imagen 32: PIZARRO Boulevard Montmartre la nuit, 1898

Los espacios cerrados quedan retratados por Sorolla en *Una investigación* (1897), donde un grupo de hombres trabajan bajo la luz de un foco único. La luz eléctrica no solo sirvió para el alumbrado en las calles, los espacios interiores también se vieron beneficiados con la aparición de las bombillas comerciales (véase anexo 4). Este cuadro además, representa la unión entre ciencia y tecnología, donde la cooperación mutua había permitido tan numerosos avances en este siglo.

Edgar Degas por su parte, se centra en los cafés parisinos como retrato interior. Situándonos en la perspectiva del espectador. En *Café-Concert at Les Ambassadeurs* (1877) el pintor juega con los efectos escénicos de la iluminación artificial, centrando la atención en la mujer del vestido rojo¹⁸¹. Los inicios de la reivindicación de la posición femenina comienzan este periodo, uniendo su representación con un énfasis lumínico único.

181 Edgar Degas: *Café-Concert at Les Ambassadeurs* (2006) consultado en 11/01/2016, URL <http://www.mbayon.fr/mba/sections/languages/english/collections/masterpieces/pieces1476/cafe-concert-at-les/>



Imagen 33: SOROLLA Una Investigación, 1897

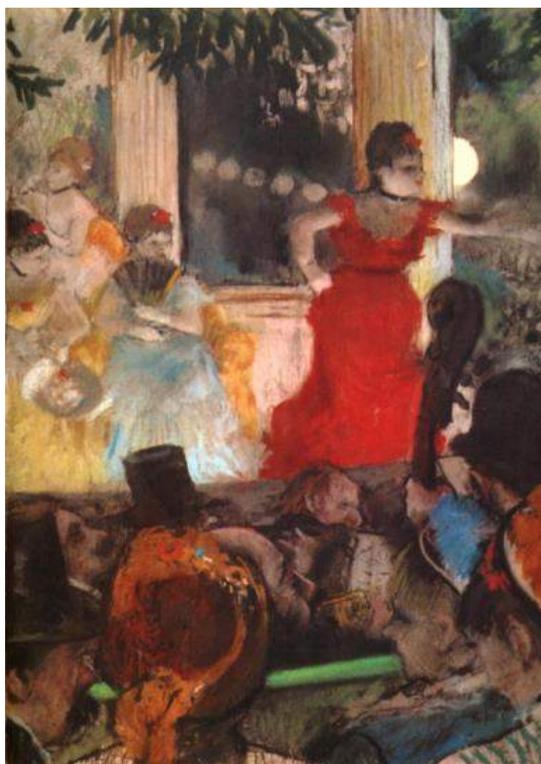


Imagen 34: DEGAS Café-Concert at Les Ambassadeurs

La luz eléctrica supuso, la culminación de una etapa por la búsqueda de lo que, hasta el momento, había sido desconocido. A comienzos del siglo XX,

la iluminación artificial se convertía en un símbolo de "modernidad"¹⁸². En 1902, el químico francés William Dibdin afirmó:

"(...) habiendo en gran medida extendido la noche en día, (...) han provocado una situación en donde la iluminación artificial toma un lugar privilegiado, que sin ella, toda la escena presente del día a día de la sociedad se derrumbaría"¹⁸³

En comparación con los siglos anteriores, la llegada de la iluminación eléctrica supuso un cambio drástico desde un punto de vista socio-cultural, haciendo del siglo XIX, un periodo radiante.

El "siglo de las luces" se convierte como se ha dicho anteriormente en un "apoteosis visual", no solo por la consolidación de la iluminación artificial accesible y duradera, sino también por el empleo de la luz natural como intensificador de las horas diurnas. Si bien la noche se convierte el día, el propio día se engrandece.

El sol se convierte en el punto de mira de los arquitectos del momento, con el objetivo de crear espacios amplios. Como dijo Louis Kahn, arquitecto representativo de la primera mitad del siglo XX: "una habitación no es habitación sin luz natural". La arquitectura cambia a favor de la abertura de grandes ventanales en las edificaciones domésticas con el uso de todo tipo de estructuras acristaladas que aprovechaban al máximo la luz natural.

Las nuevas técnicas se emplean especialmente en grandes edificaciones de cristal, impulsadas en gran medida como escenario de las novedosas exposiciones universales. Monet retrata la estación de ferrocarril de Saint-Lazare, con el objetivo de captar el efecto de vapor y la luz en un escenario novedoso: se trata de la unión de reciente aprovechamiento iluminación natural, y la revolución que supuso en los transportes la invención del ferrocarril. Esta obra, La estación de Saint-Lazare en París, fue pintada en 1876 como símbolo de la modernidad arquitectónica del momento¹⁸⁴. El Palacio de Cristal de Londres, anteriormente nombrado, es sin duda la expresión máxima de la nueva concepción de arquitectura, que como afirmó también Louis Kahn:

"Todos los espacios necesitan luz natural. La luz artificial es un momento estático y minúsculo en luz y nunca puede equipararse con las sensaciones creadas por el tiempo de día y la maravilla de las estaciones"¹⁸⁵

182 OTTER, CHRIS (2008) "The Victorian Eye: a political history of light and vision in Britain, 1800-1910" University of Chicago Press. 392 páginas. (ISBN: 9780226640785) p.1

183 Ídem.

184 Interior de la estación de Saint-Lazare (¿?) consultado en 19/01/2016, URL <http://www.artehistoria.com/v2/obras/4095.htm>

185 STEANE, ANN MARY (2011) "The Architecture of Light: Recent Approaches to Designing with Natural Light" Routledge (ISBN-13: 978-0415394796), p. 7.



Imagen 35: MONET *La estación de Saint-Lazare en Paris, 1876*

Otros autores sin embargo, se decantaron por retratar espacios cotidianos. La innovación estuvo en la técnica empleada a favor de la luz, convirtiéndose en la protagonista de gran parte de las pinturas. Supone un cambio de énfasis, donde los espacios particulares fueron objeto de interés pictórico. Cabe destacar que el impacto de una nueva concepción arquitectónica no fue tan significativo o notable como el que supuso el alumbrado eléctrico. Sin embargo, la pintura muestra un cambio en la relación luz diurna-sociedad, fruto de su dominio y entendimiento gracias a la ciencia.

Una de las obras más características de Joaquín Sorolla es *Cosiendo la Vela*, de 1886. Representa la escena de un grupo de mujeres y marinos cosiendo la lona de un barco. La luz incidente sobre el patio, concentra la atención máxima. Si bien la mayoría de los pintores impresionistas escogieron a la élite social como objeto pictórico (siendo el caso de los jardines de Monet o los parques de Renoir), Sorolla muestra en su obra a la clase obrera en plena faena.

La sencillez del lugar no impide hacer del momento, una culminación de rutina diurna de los marineros. Contrasta por otro lado con *El Desayuno en la Logia (pórtico)* de John Singer Sargent (1910) que, además de exaltar el aprove-

chamamiento de la luz del sol en el día a día social, muestra a una clase acomodada en un patio más lujoso que el mostrado en el cuadro de Sorolla¹⁸⁶.



Imagen 36: SOROLLA *Cosiendo la Vela* (1886)

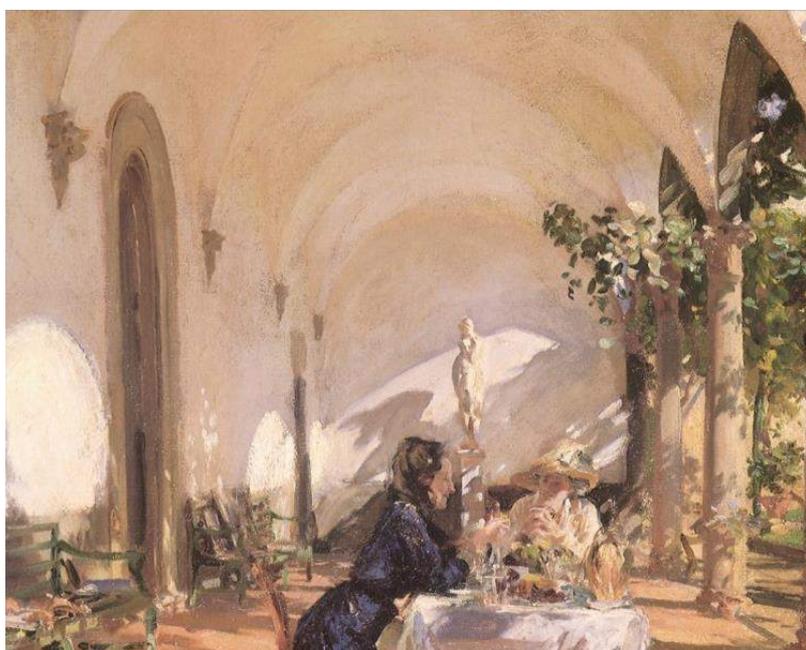


Imagen 37: SARGENT *El Desayuno en La Logia* (1910)

186 PASCUAL, JOSÉ MANUEL (2015) "Exposición: Sorolla Arte de la luz". En el Museo Sorolla. Madrid. (ISBN: 9-78840-034678), p. 21.

Ambos autores destacaron por un estilo muy personal con una gran presencia diferentes estratos sociales. Sorolla lo muestra con *¡Aún dicen que el pescado es caro!* Pintado en 1894, es un claro ejemplo de representación de sus vivencias con respecto a la reivindicación social. La luz en este cuadro, se cue- la por una apertura para mostrar la actitud piadosa de dos ancianos ayudando a un joven marinero herido¹⁸⁷.

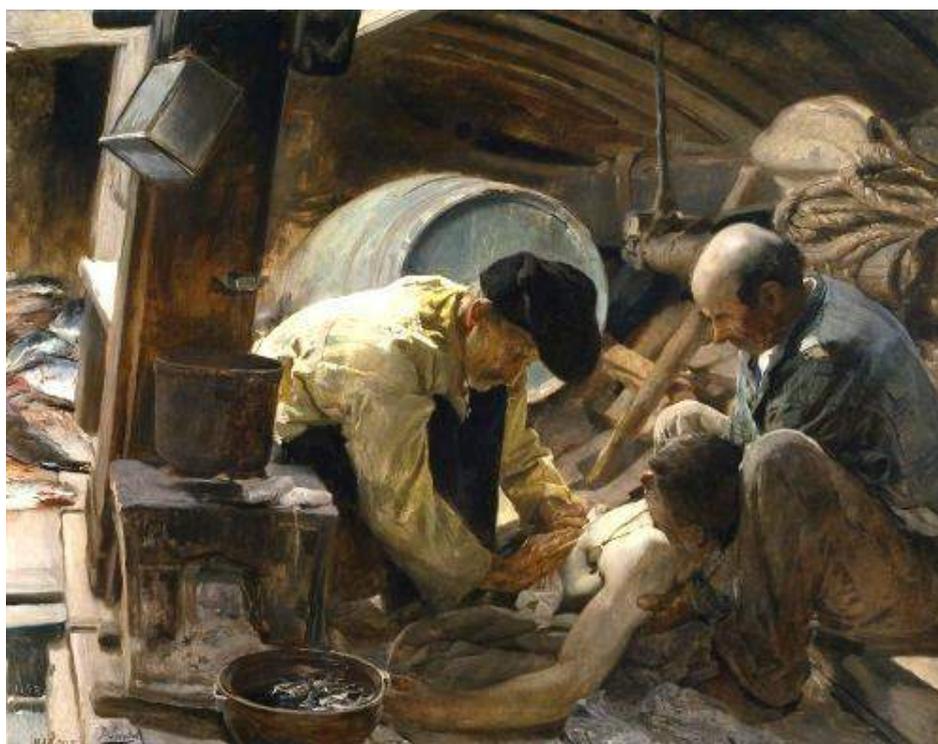


Imagen 38: SOROLLA ¡Aún dicen que el pescado es caro! 1894

Como se parecía, la representación artística de espacios costeros y rurales expresan el énfasis en la luz. Los espacios urbanos industrializados, por su parte encontraron en el aire libre el elemento liberador a la vida cosmopolita. Otros expertos como María Zozaya consideran que la evolución del ocio no solo se debió a la industrialización, sino que estuvo marcada además por los cambios políticos del momento: “Los espacios de ocio se emplazaron para canalizar políticas estatales o regionalistas”¹⁸⁸. Además, fueron las clases sociales, quienes determinaron los espacios de reunión.

187 MUSEO DEL PRADO (2015) *¡Aún dicen que el pescado es caro!*, consultado el 17/01/2016, URL <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/aun-dicen-que-el-pescado-es-caro/a4fcf4c7-4d54-4e50-9255-25b44f0e0416>

188 LARRUMBIDE, GORKA (2014) Los orígenes del ocio burgués, consultado el 17/01/2016, URL <http://www.diariovasco.com/20081127/cultura/origenes-ocio-burgues-20081127.html>

Los parques y jardines fueron escenarios elegidos por las clases medias y los pintores. La élite cosmopolita fue el foco de atención para esta sección pictórica. El desarrollo y degradación del ambiente urbano obligaron buscar nuevas formas de evasión. Se da en este momento, y como consecuencia de la situación, una idealización bucólica y costumbrista de la vida campestre.

La Grenouillère (1869), de Pierre-Auguste Renoir, representa el máximo esplendor de las nuevas actividades de ocio. Los impresionistas se decantan por retratar escenas de “joie de vivre”: parisinos modernos que disfrutaban en uno de los destinos predilectos para las clases medias en su tiempo libre. La contribución del avance en los transportes fue clave para hacer posible la extensión de este nuevo tipo de actividades. Se trata de una captación de las delicias del campo para un público urbano¹⁸⁹. Críticos sin embargo, reprochan la elección de los pintores de reflejar esta idealización de la sociedad de las ciudades, debido a la falta de verosimilitud con la situación real del momento: la contaminación de las fábricas, y la mezcla confusa entre los burgueses con los verdaderos trabajadores del campo¹⁹⁰.



Imagen 39: RENOIR La Grenouillère, 1869

189 “Grandes maestros: Impresionismo” Editorial LIBSA (2016). Madrid. 223 pp. (ISBN: 978-84-662-2759-9). P.81

190 SEDEF (2011) Auguste Renoir - La Grenouillère, consultado el 17/01/2016, URL <http://www.sedefscorner.com/2011/03/auguste-renoir-la-grenouillere.html>

Finalmente el mar, como destino turístico alternativo, es extensamente explotado por Sorolla, en sus múltiples obras de la costa levantina. Centrándose en más de un estrato social apreciamos la popularización de estos lugares: desde niños desnudos a sofisticadas damas. Victoria Bayona, afirma:

“Los tratados higienistas sobre los beneficios del mar empujaron a la aristocracia y la burguesía hacia las costas (...) La extensión de uso de las playas a todas las clases sociales se va observando con el avance del siglo”¹⁹¹

Los nuevos ambientes naturales aportan para la sociedad del siglo XIX, nueva forma de experimentar y deleitarse de la luz diurna³⁸. Finalmente, Paseo a las Orillas de Mar (1909) supone una culminación de la evolución lumínica de Sorolla, como representante de aquellas clases altas que empleaban la costa como lugar vacacional. Esta obra refleja y sintetiza todo aquello que supuso la luz natural en la sociedad: una intensificación de la experiencia.



Imagen 40: SOROLLA Paseo a las orillas del mar, 1909

191 BAYONA, VICTORIA. R (2015) El mar y sus primeros vínculos turísticos, consultado el 20/01/2016, malagahoy.es/article/ocio/1994850/mar/y/sus/primeros/vinculos/turisticos.html

Conclusión

Los cambios en la experiencia cotidiana de la luz para la sociedad del siglo XIX abarcaron tanto el día, como la noche. La aparición de la iluminación eléctrica supuso prolongación de la actividad diurna, lo que derivó en el desarrollo de nuevas formas de ocio en establecimientos nocturnos, mayor seguridad en las calles, y una facilitación de los transportes dentro del marco urbano. Paralelamente, la experiencia diurna se intensificó, gracias al desarrollo arquitectónico y a un deseo social de promover nuevas actividades ociosas como consecuencia de la industrialización. Por otro lado, el aumento de la desigualdad de clases afecta en este campo, siendo la élite cosmopolita y aristócrata la clara protagonista del cambio, especialmente en la accesibilidad a la noche.

Se ha podido comprobar cómo empleo de obras pictóricas como fuente de análisis, del momento estudiado, han proporcionado un acercamiento al verdadero cambio social que produjo la luz. Los cambios en la concepción de la luz se recogen en un marco tecnológico, pero repercuten dentro de un contexto social. Es la sociedad, la propia causa y la propia consecuencia, de una revolución lumínica en el siglo XIX.

Encontramos, en este periodo histórico el dominio de un bien que en la actualidad es indispensable en el día a día. El alcance que ha supuesto para la sociedad el descubrimiento definitivo de la luz, reside en un cambio trascendental y definitivo en la vida cotidiana. No hablamos de acontecimiento global, como mera idea efímera que afecta a la sociedad, la luz ha supuesto una transformación de la forma más directa posible: su actividad diaria. Tanto la noche como el día, se vieron alteradas radicalmente. El final siglo XIX fue recibido como brillante y radiante, una clara "revolución de la luz", por lo que los artistas decidieron enfatizar en esta nueva concepción social alcanzadora de la luz.

El Año Internacional de la Luz ha permitido el reconocimiento que merece la luz, y su importancia en el ámbito científico y social. Su repercusión es clave para la comprensión de la historia social del siglo XIX, siendo un antes y un después concepción de las actividades cotidianas.

Bibliografía

Libros

GUYAU, Jean-Marie (1902) "El arte desde un punto de vista sociológico". Madrid, España: Universidad de California. Edición de 1931. 536 pp (URL Visualizador digital <https://archive.org/details/elartedesdeelpun00guya>)

NÚÑEZ ROLDÁN, Francisco (2007) "Ocio y vida cotidiana en el mundo hispánico en la Edad Moderna" Sevilla: Universidad de Sevilla. 804 págs. (ISBN: 9788447210794)

OTTER, Chris (2008) "The Victorian Eye: a political history of light and vision in Britain, 1800-1910" Chicago (USA) and London (Great Britain): University of Chicago Press. 392 pp. (ISBN: 9780226640785)

PASCUAL, José Manuel (2015) "Exposición: Sorolla Arte de la luz". Catálogo exposición Museo Sorolla. Madrid. (ISBN: 9-78840-034678).

STEANE, Ann Mary (2011) "The Architecture of Light: Recent Approaches to Designing with Natural Light" London (Great Britain) y New York (USA): Routledge (ISBN-13: 978-0415394796)

"Grandes maestros: Impresionismo" (2016) Editorial LIBSA. Madrid. 223 páginas. (ISBN: 978-84-662-2759-9)

Referencias

BAYONA, Victoria. R (2015) El mar y sus primeros vínculos turísticos, consultado el 20/01/2016, URL <http://www.malahoy.es/article/ocio/1994850/mar/y/sus/primeros/vinculos/turisticos.html>

BENÍTEZ, Laura (2013) Breve historia de la luz en España, consultado el 11/01/2016, URL <https://www.holaluz.com/blog/breve-historia-de-la-luz-en-espana/>

BOADILLA, Jaime (2014) Lineas de tiempo. Teorías de La luz Consultado en 19/01/2016 URL <http://image.slidesharecdn.com/presentacinlineadeltiempo-140906232517-phpapp02/95/presentacin-linea-del-tiempo-1-638.jpg?cb=141004624>

CARRASSCO ALVAREZ, Enrique (2009) Vivienda en la Revolución Industrial, consultado en 19/01/2016, URL <http://ecatectonico.blogspot.com.es/2009/01/vivienda-en-la-revolucin-industrial.html>

GIL MARTÍN, Andrés (2009) Historia de la iluminación, consultado el 16/12/2015, URL

http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_23/ANDRES_A_GIL_1.pdf

LARRUMBIDE, Gorka (2014) Los orígenes del ocio burgués, consultado el 17/01/2016, URL <http://www.diariovasco.com/20081127/cultura/origenes-ocio-burgues-20081127.html>

MENÉNDEZ-BARZANALLA, Rafael (2008) Breve historia de la electrónica, consultado el 11/01/2016, URL <http://www.um.es/docencia/barzana/DIVULGACION/ELECTRONICA/Historiaelectrotecnica.html>

SCOTT, Lauren (2015) Impressionism Report. Pissarro: 'Montmartre at Night', consultado el 11/01/2016, artcozylaurel.blogspot.com.es/2015/09/impressionism-report-pissarro.html

SEDEF (2011) Auguste Renoir - La Grenouillère, consultado el 17/01/2016, URL <http://www.sedefscorner.com/2011/03/auguste-renoir-la-grenouillere.html>

SOLÍS UMPIERREZ, Claudia (2010) Burguesía: vida cotidiana, consultado en 11/01/2016, URL <http://creartehistoria.blogspot.com.es/2010/04/burguesia-vida-cotidiana.html>

TORVAR MARTÍN, Virginia (¿?) Las exposiciones universales, consultado el 16/12/2015, URL <http://www.artehistoria.com/v2/contextos/5147.htm>

¿Aún dicen que el pescado es caro! (2015) Museo del Prado. Consultado en 17/01/2016, URL <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/aun-dicen-que-el-pescado-es-car/a4fcf4c7-4d54-4e50-9255-25b44f0e0416>

Biografías y vidas: Joaquín Sorolla (¿?) Consultado el 11/01/2016, URL <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/sorolla.htm>

Electricidad y la vida cotidiana de la sociedad de finales del Siglo XIX (¿?) Consultado el 11/01/2016, URL <http://editoriaslasamericas.com/dossier/electricidad-y-la-vida-cotidiana-de-la-sociedad-de-finales-del-siglo-xix/>

Edgar Degas: Café-Concert at Les Ambassadeurs (2006) consultado en 11/01/2016, URL <http://www.mba-lyon.fr/mba/sections/languages/english/collections/masterpieces/pieces1476/caf%C3%A9-concert-at-les/>

Historia de la Iluminación (¿?) Consultado el 11/01/2016, URL <http://www.fragailuminacion.com.ar/publicaciones/historia-de-la-iluminacion/>

Interior de La estación de Saint-Lazare (¿?) consultado en 19/01/2016, URL <http://www.artehistoria.com/v2/obras/4095.htm>

Intelectuales (2014) consultado en 17/02/2016, URL <http://www.intelectuales.es/los-intelectuales-del-siglo-xx-el-circulo-de-bloomsbury/>

Palacio de Cristal Madrid (2016), consultado el 16/12/2015, URL <http://www.gomadrid.com/activity/parks/palacio-de-cristal.html>

Referencias de imágenes

Figura 1: Exposit. Universales static.flickr.com/76/154833775_537d4-d10b6_o.jpg

Figura 2: PIZARRO Boulevard Montmartre la nuit, 1898 <http://www.artposh.com/wp-content/uploads/2013/12/Camille-Pissarro-Boulevard-Montmartre-la-nuit-1898.jpg>

Figura 3: SOROLLA Una Investigación, 1897 http://museosorolla.mcu.es/imag/p_Inv.417.jpg

Figura 4: DEGAS Café-Concert at Les Ambassadeurs https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Degas_-_CafC3%A9_Concert_-_at_Les_Ambassadeurs_1876-77.jpg

Figura 5: MONET La estación de Saint-Lazare en Paris, 1876 <http://www.ecbloguer.com/letrasanonimas/wp-content/uploads/2009/07/estacion20de20saint20lazare20monet.jpg>

Figura 6: SOROLLA Cosiendo la Vela (1886) <http://artmight.com/albums/2011-02-07/art-upload-2/J/Joaquin-Sorolla/Set-09/ls-Sorolla-1896-Cosiendo-la-vela.jpg>

Figura 7: SARGENT El Desayuno en La Logia (1910) http://rlv.zcache.com/desayuno_en_la_logia_por_sargent_victorian_del_tarjeta_postal-re4607-d2efa6544cd846867da432bb750_vgbaq_8byvr_1200.jpg?view_padding=%5B0.452380952380952%2C0%2C0.452380952380952%2C0%5D

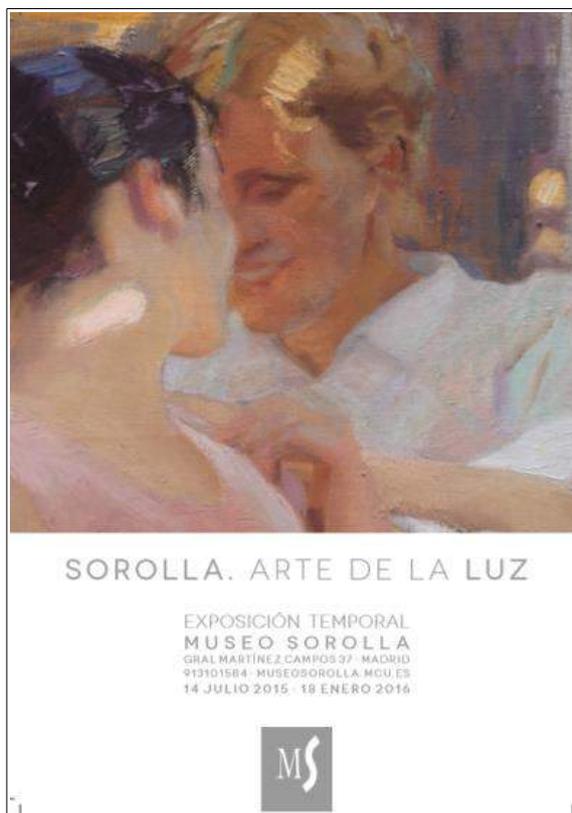
Figura 8: SOROLLA ¡Aún dicen que el pescado es caro! 1894 <https://bloccdejavier.files.wordpress.com/2012/02/sorolla-aun-dicen-que-el-pescado-es-carro-1894.jpg>

Figura 9: RENOIR La Grenouillère, 1869 http://va-education-project.weebly.com/uploads/3/9/4/9/39491395/7015789_orig.jpg

Anexos

Anexo 1: Sorolla. Arte de la Luz

En la época en que vivió Sorolla, la ciencia realizó grandes avances en el conocimiento de la misteriosa naturaleza de la luz. Desde finales del siglo XIX, los progresos técnicos fueron haciendo de la luz, tanto artificial como natural, un bien cada vez más accesible. Mientras se extendía el uso de la iluminación artificial, las nuevas técnicas constructivas mejoraban el aprovechamiento de la luz natural en los edificios. La experiencia cotidiana de la luz cambió sustancialmente, y la pintura registra una nueva sensibilidad hacia sus efectos y matices, principalmente, aunque no sólo, hacia la luz natural y al aire libre. La forma en que la luz se adueña de la pintura es nueva; si hasta entonces había servido para iluminar los objetos, podríamos decir que, desde mediados del siglo XIX, los objetos sirven como soportes de la luz: ésta es la que importa. Se trata de un cambio de énfasis. La exposición se propone acercar al visitante a algunos cuadros particularmente interesantes en el uso de la iluminación y animarle a descubrir por sí mismo las cualidades que dieron a Sorolla, ya en su tiempo, el sobrenombre de "pintor de la luz".



Anexo 2: Pintores impresionistas

Joaquín Sorolla (1863-1923)

Joaquín Sorolla y Bastida fue un pintor español considerado impresionista, postimpresionista y luminista. Tuvo mucho reconocimiento internacional en vida gracias al proyecto de la Hispanic Society de Nueva York. Fue un pintor muy prolífero.

Edgar Degas (1834-1917)

Es un pintor y escultor francés, considerado uno de los fundadores del impresionismo. Destacó por sus cuadros relacionados con carreras de caballos, bailarinas y desnudos. Consigue en sus obras una captación increíble del movimiento y la sensibilidad de lo que representa.

Konstantin Korovin (1861-1939)

Fue un destacado pintor ruso perteneciente al estilo impresionista, que tuvo una gran influencia Europea debido a sus viajes a España, Francia...

Camille Pissarro (1830-1903)

Es un pintor francés impulsador del impresionismo, que destacó en sus retratos de la vida rural francesa, con paisajes y campesinos, así como ciertas escenas urbanas de Montmatre. Fue también un teórico de la anarquía.

Pierre-Auguste Renoir (1841-1919)

Fue un pintor impresionista francés, inspirado por el arte barroco y renacentista. Ofreció una versión sensual de esta corriente, con pinturas de cuerpos femeninos en paisajes, inclinado a la belleza de las cosas. Destaca también por su predominio de la alegría, y representaciones de la vida parisina del momento.

Claude Monet (1840-1926)

Pintor francés impulsor del impresionismo, estilo que recibe ese nombre por una de sus obras. Previamente, se decantó por un estilo realista, que posteriormente evolucionó. Formó parte de exposiciones en el Salón de París y en las exposiciones impresionistas.

John Singer Sargent (1856-1925)

Pintor estadounidense ampliamente reconocido por sus retratos. Destacó por su habilidad en la técnica y tener un estilo propio realista, con influencia del Impresionismo.

Anexo 3: Líneas del tiempo en las teorías de la luz

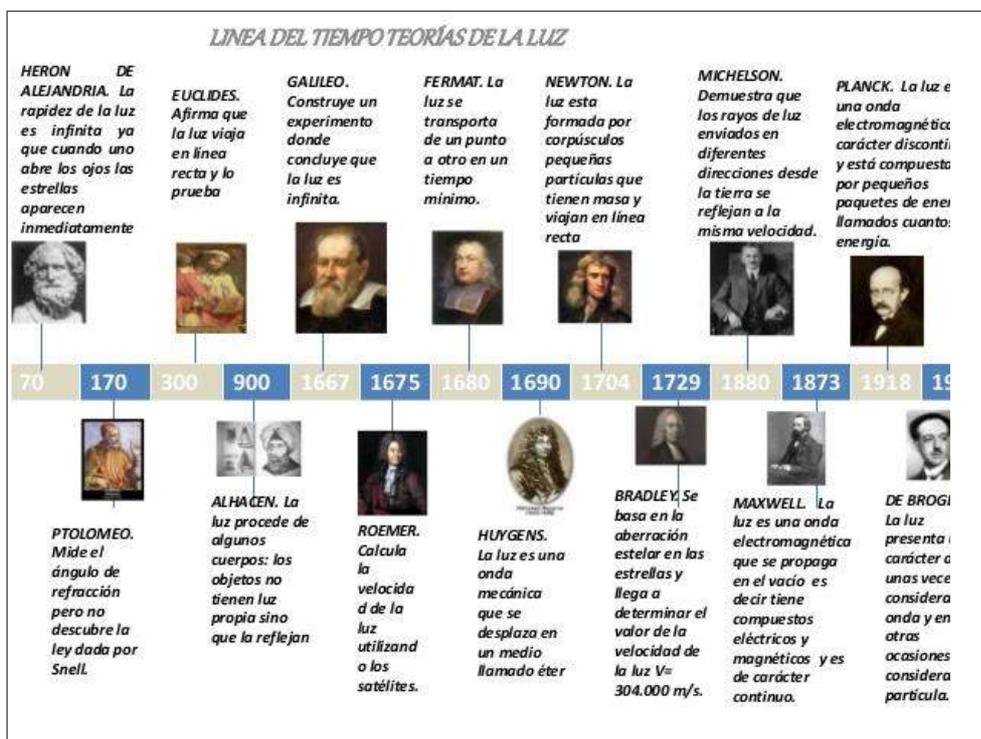


Imagen 41: BOADILLA, Jaime (2014) Líneas de tiempo. Teorías de La luz Consultado en 19/01/2016 URL <http://image.slidesharecdn.com/presentacinlineadel tiempo-140906232517-phpapp02/95/presentacin- linea-del-tiempo-1-638.jpg?cb=1410046246>

Anexo 4: Carteles publicitarios de bombillas

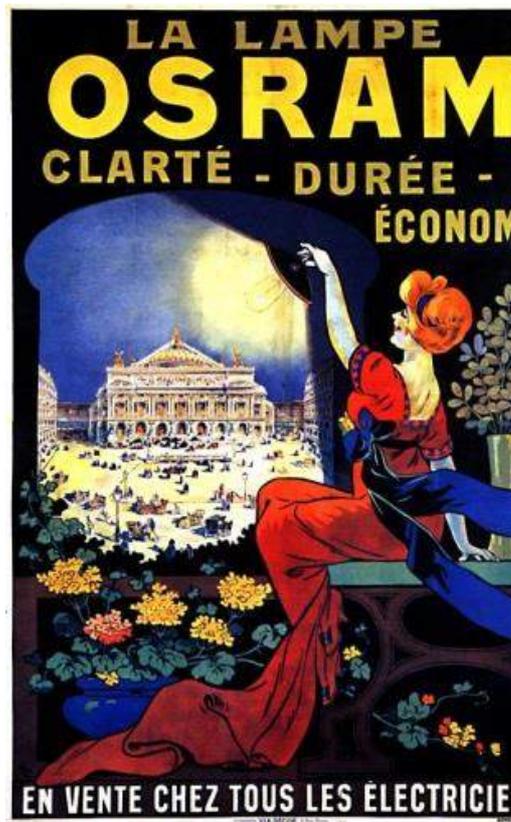
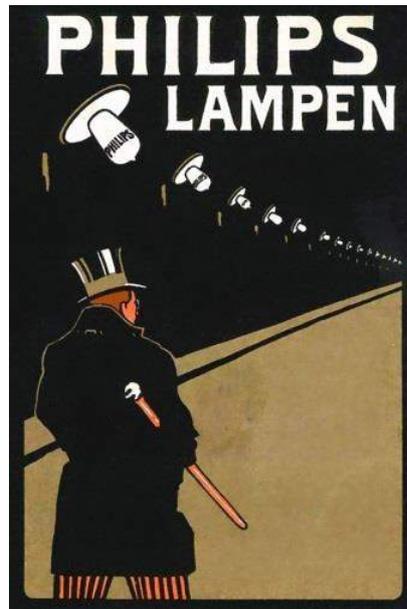
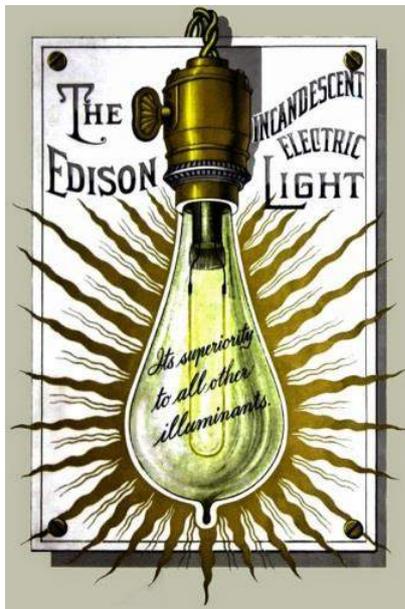


Imagen 42: 1887, 1909, 1912 respectivamente. URL de procedencia: <http://publicidad1900.blogspot.com.es/2014/1/1/bombillas-y-aparatos.html>

Estudio de la capacidad de crecimiento de levaduras en medios suplementados con diferentes tipos de glúcidos

Santiago Domingo Barber Murga



Introducción

Las levaduras son organismos eucariotas unicelulares del reino Fungi. Una de sus características es la capacidad que presentan para crecer extrayendo energía de los nutrientes presentes en el medio mediante la fermentación de distintos tipos de sustancias orgánicas, principalmente hidratos de carbono.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un organismo unicelular usado comúnmente en la fabricación de pan y bebidas alcohólicas como la cerveza y el vino (CSIC, 2016) Su facilidad de crecimiento y dispersión (formando colonias visibles a simple vista) facilitan su estudio. Presenta una complejidad biológica ligeramente superior a la de la bacteria *E. coli*, y no es un patógeno causante de ninguna enfermedad relacionada con los humanos, por lo que su manipulación es segura. La idea de esta investigación surgió durante una visita en 2016 a la provincia de La Rioja, conocida por sus vinos. Allí estuvimos visitando diferentes bodegas, en las cuales nos explicaron los diferentes tipos de vinos y los métodos de fermentación que sigue cada uno. A raíz de esto, me pregunté cómo crecían las levaduras en el extracto de uvas, cómo funcionaba exactamente este proceso, y qué factores podrían influir en el mismo.

El interés de llevar a cabo este estudio radica en entender si diferentes glúcidos son capaces de sustentar el proceso de crecimiento de levaduras basado en su capacidad de fermentación de los mismos. El entendimiento de

estos mecanismos podría aprovecharse para mejorar los procesos industriales para los que se emplean estos organismos, como la producción de alcoholes como el vino o la cerveza.

En esta investigación, buscaremos si existe una relación entre el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y el tipo de azúcares, simples o compuestos, presentes en el medio de cultivo utilizando monosacáridos, disacáridos o polisacáridos. Analizaremos la capacidad de crecimiento de diferentes cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* inoculados en medios suplementados con distintos glúcidos midiendo la cantidad de levaduras que han conseguido proliferar en cada cultivo al final del proceso. Después, analizaremos los cambios que hayan ocurrido en el medio de cultivo, como los cambios en el pH producido por la fermentación, o la presencia de etanol resultante de la misma, con el objetivo de estudiar cómo modifican los medios estos organismos como consecuencia de su metabolismo.

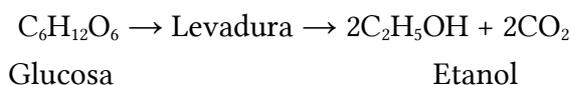
Pregunta

¿Varía la capacidad de crecimiento de las levaduras en función del tipo de glúcido presente en el medio de cultivo? Es decir, ¿puede una misma levadura crecer en mayor o menor medida dependiendo de la naturaleza química de los glúcidos que puede usar como fuente de energía (monosacáridos, disacáridos o polisacáridos)?

Fundamento teórico

Para el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* se requiere en el medio de cultivo la presencia de glúcidos. Para valorar qué tipo de glúcidos son más apropiados para su correcto crecimiento, se han crecido las levaduras en 6 medios de cultivo que se diferencian entre sí en el tipo de carbohidrato que contienen (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, lactosa y almidón). El análisis cuantitativo del crecimiento se realizará contando el número de células presentes por cada campo del ocular en imágenes tomadas con microscopía óptica. Se realizará además un análisis cualitativo observando su turbidez así como la morfología y distribución de las células de cada cultivo para detectar diferencias entre los mismos.

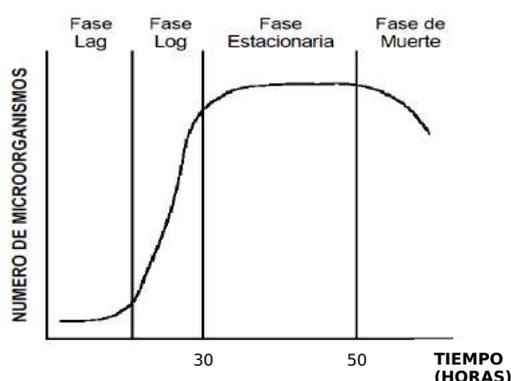
Como consecuencia del metabolismo fermentativo de las levaduras, se produce etanol y dióxido de carbono en la siguiente proporción:



El aumento en la acidez del medio derivada de la presencia de etanol y de los protones liberados durante la fermentación es otra forma de valorar qué glúcidos han sido sujeto de fermentación y por tanto son más apropiados para sustentar el crecimiento de las levaduras. Por ello, se medirá el pH del medio de cultivo tras el crecimiento de las levaduras en el mismo mediante un papel indicador.

El modelo teórico de crecimiento en condiciones ideales se asemeja al de la Gráfica 1, en el cual se alcanza la denominada “fase estacionaria” (en la que el crecimiento se detiene) al cabo de 30h aproximadamente cuando se acaban los nutrientes del medio. Sin embargo, las características del crecimiento que se ha llevado a cabo en esta práctica, a temperatura ambiente y sin agitación constante, no deberían ajustarse necesariamente a la curva patrón de crecimiento que se obtiene en condiciones óptimas.

Gráfica 1. Variación del número de levaduras con el tiempo en un cultivo con glucosa a 37°C y agitación constante (Héctor R., 2011).



La presencia de etanol, que es un indicador de si la fermentación ha tenido o no lugar, se determinará en cada cultivo mediante permanganimetría. Esta consiste en observar el viraje de color de una solución de permanganato potásico en medio ácido cuando reacciona con el etanol de nuestra solución problema.

Hipótesis

Las levaduras son capaces de crecer usando algunos azúcares como fuente de energía gracias a que pueden sintetizar ciertas enzimas que ayudan a metabolizar estos carbohidratos.

Dado que los enzimas son catalizadores muy específicos tanto de la estructura del sustrato como de su estereoisomería, la hipótesis de este trabajo es que *Saccharomyces cerevisiae* no tendrá la misma capacidad de proliferación en todos los glúcidos, e incluso que alguno de estos carbohidratos no podrá

ser utilizado como fuente de energía (por falta del enzima correspondiente), y por tanto no será capaz de sostener el crecimiento de la levadura.

Variables

Tipo de variables	Descripción de la variable
Variable independiente	Tipo de carbohidrato usado (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, lactosa, almidón)
Variables dependientes	Cantidad de células de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en el medio estudiado tras 31h de crecimiento a temperatura ambiente
	Presencia de alcohol producido por cada cultivo al cabo de 31h
	Cambios en el pH derivados de la fermentación de glúcidos a las 24 y 31h
Variables controladas	Medio inicial, al que se le añadirán los azúcares: DMEM. Volumen inicial.
	Cantidad de carbohidrato en disolución en el medio (igual en todos los medios).
	Mismas condiciones atmosféricas y de temperatura en todos los cultivos.
	Mismas horas de luz para todos los cultivos.
	Mismo medio inicial, individuos de todos los cultivos genéticamente iguales.
	Agitación similar de todos los cultivos (en reposo, con agitación simultánea cada 2h para evitar sedimentación).
	Ensayos medidos en 3 campos diferentes de la misma muestra, para minimizar la influencia de errores de contaje.
	Presencia de otros microorganismos en los cultivos

Materiales y reactivos

Medio de cultivo: DMEM sin glucosa, sin glutamina y sin rojo fenol. Es un medio que permite el crecimiento de levaduras. Al no tener glucosa inicial, permite añadir a voluntad el glúcido que se desee estudiar. El medio comercial tiene esterilizado en botellas de 500 ml.

Reactivos

Monosacáridos

- Glucosa (D-glucosa dextrosa)
- Fructosa

Disacáridos

- Sacarosa
- Lactosa
- Maltosa

Polisacáridos

- Almidón
- Disolución de Permanganato de potasio 0,3% (p/v)
- Ácido sulfúrico 96 % (p/p)
- *Saccharomyces cerevisiae*. Levadura de panadero marca Royal desecada.

Materiales

- Matraz Erlenmeyer de 500 ml (sin aforar)
- 6 Matraces Erlenmeyer de 150 ml (sin aforar)
- Agitador magnético
- Pipetas de cristal de 5 ml $\pm 0,1$
- Pipetas de cristal de 2ml $\pm 0,06$
- Pipetas Pasteur de cristal
- 31 Tubos de plástico estériles de 12 ml
- Tiras de papel indicador de pH (1-14) NAHITA
- Balanza COBOS 1g $\pm 0,1$

Medidas de seguridad

Las medidas de seguridad del experimento se referían a dos puntos principales: 1) la esterilización de todo el material con alcohol etílico y calor; y 2) la manipulación de reactivos inflamables y tóxicos.

Para garantizar la esterilidad del material utilizado, aplicamos el alcohol a todos los instrumentos, y dejamos que se evaporara durante la noche. Además, antes de usar las pipetas, las calentamos durante aproximadamente 10 segundos a la llama de un mechero Bunsen homogéneamente.

Los cultivos se prepararon en tubos de ensayo de plástico comercial y estéril. Siempre que se manipularon los cultivos, se hizo con guantes de látex o detrás de un mechero Bunsen para crear un flujo que dificultara la contaminación de nuestros cultivos.

Respecto a las manipulación de reactivos, siempre se mantuvo el etanol alejado de los mecheros, y se manipuló el ácido sulfúrico con guantes y utilizando dispensadores automáticos.

Procedimiento

Paso 1: Fabricación del medio de cultivo “madre”. Se toman 20ml del medio DMEM en un matraz Erlenmeyer de 500 ml al que se añaden 0,4 g (20 g/L) de glucosa y se disuelve. Después, se introducen la *S. cerevisiae* en el medio (al 1% p/p). Se cultiva en un medio con agitación magnética a 200 rpm y a temperatura ambiente y se deja crecer durante 48h.

Paso 2: Cuando hayan transcurrido 48h, se preparan 5 disoluciones de cada uno de los glúcidos que necesitaremos concentradas 10 veces (es decir, 2g/ 10ml de DMEM) respecto a la concentración final que necesitaremos en cada medio de cultivo suplementado.

Paso 3: Se preparan 3 tubos de plástico de 12 ml para cada glúcido, y para un control negativo (sin ningún azúcar¹⁹²) conteniendo cada uno 2 ml de medio con la concentración final deseada de cada glúcido, es decir, 1,8 ml de DMEM y 0,2 ml de cada disolución concentrada 10 veces (preparada en el paso anterior).

Paso 4: Se pipetea en cada tubo la misma cantidad del cultivo madre, 0,5ml, para que todos tengan la misma población inicial de *S. cerevisiae*¹⁹³.

Paso 5: Una vez realizado el trasvase, se inicia el crecimiento de cada cultivo en el nuevo medio a temperatura ambiente y con agitación esporádica.

Paso 6: A las horas establecidas, se toman muestras de cada cultivo y se observan al microscopio. Se cuenta el número de células que hay en 3 campos diferentes dentro de cada muestra tomando fotografías y marcando cada célula contada digitalmente. Además se toman algunas fotos para evaluar la turbidez de cada cultivo.

Paso 7: Para determinar la presencia de alcohol etílico en los cultivos se toma una muestra de 2 ml de cada tubo, y se difunde sobre una mezcla oxidante de permanganato potásico en ácido sulfúrico para observar si cambia de color. Si la solución permanece incolora, hay etanol disuelto en el medio. En cambio, si se torna rosa, podemos asegurar que no hay etanol.

192 Durante la investigación se llevó a cabo un control negativo de crecimiento en un tubo de ensayo que contenía únicamente el medio DMEM (sin ningún azúcar) para descartar la posibilidad de que las levaduras pudieran crecer únicamente con el medio, y no necesitaran de ningún glúcido. Los resultados de las observaciones fueron concluyentes, ya que no se observó crecimiento en el control negativo.

193 Para no traspasar los glúcidos del cultivo madre a los tubos de estudio, hemos de esperar a la fase estacionaria del cultivo madre, en la cual la población de levadura se estabiliza por haber consumido todos los azúcares (esto sucede a las 48h aproximadamente para las características de nuestro cultivo). (Héctor R., 2011)

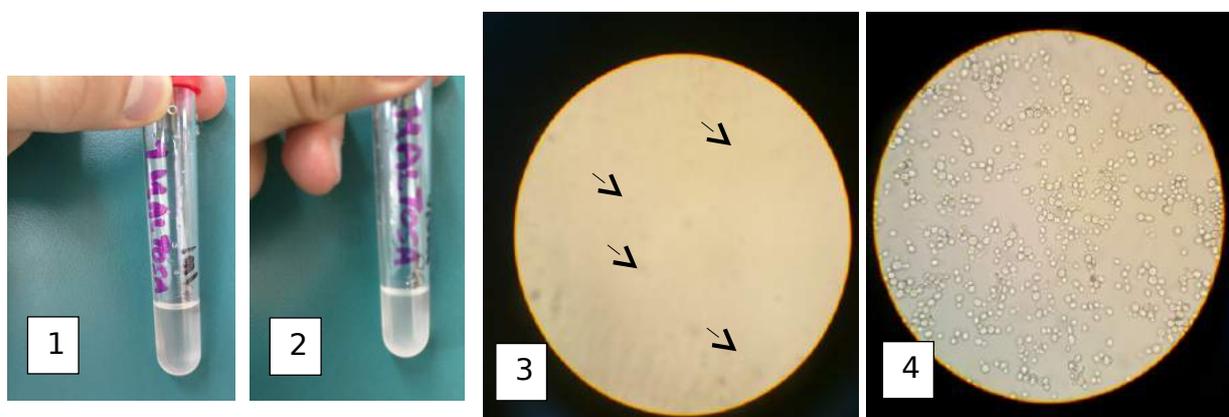
Paso 8: Para medir la acidez o basicidad del medio se toma una gota de cada cultivo con una pipeta Pasteur de cristal y se deposita sobre papel indicador del pH. Se compara el color que se desarrolle con la leyenda del fabricante.

Datos

Datos cualitativos

Imagen 1 y 2. Observación de la turbidez del medio en la hora 0 (imagen 1) y en la Hora 5 (imagen 2).

Imagen 3 y 4. Crecimiento de la población de levaduras en el medio de maltosa, hora 0 (imagen 3) y hora 5 (imagen 4) a 400X. Las flechas indican la presencia de células en los lugares indicados.



Podemos ver cómo al cabo de 31h, el medio aumenta su turbidez, tonándose de transparente a translúcido (imágenes 1 y 2). También podemos ver el incremento significativo de la población de levaduras en el medio usando el microscopio (imágenes 3 y 4).

Datos cuantitativos

A continuación se muestran los datos brutos recogidos experimentalmente en el laboratorio. Para el análisis estadístico, hemos usado la media aritmética (\bar{X}) y la desviación típica (σ) (para calcular el error presente en cada serie de datos).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Donde N es el número de datos de cada serie.

Tabla 1. Datos brutos de las observaciones. Número de células contadas / área del ocular en 3 zonas consideradas representativas de cada muestra

	Número de células de levadura (unidades) / superficie del ocular																	
	Hora 1			Hora 2			Hora 3			Hora 4			Hora 5			Hora 6		
Sin azúcar	3	2	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glucosa	3	3	2	22	21	25	47	42	51	124	119	121	292	305	296	385	385	395
Fructosa	2	2	2	19	22	22	38	45	42	103	110	109	190	202	194	365	370	375
Sacarosa	2	2	2	13	32	27	43	38	34	98	89	94	242	236	233	266	274	272
Maltosa	5	4	4	15	23	18	40	38	42	105	102	108	140	150	161	472	465	464
Lactosa	2	2	1	4	6	8	6	13	9	16	12	14	3	4	4	0	0	0
Almidón	2	5	5	4	5	3	5	7	9	2	2	4	0	0	0	0	0	0
Media aritmética																		
Sin azúcar	2			1			0,67			0			0			0		
Glucosa	2,67			22,67			46,67			121,33			297,67			388,33		
Fructosa	2,00			21,00			41,67			107,33			195,33			370,00		
Sacarosa	2,00			24,00			38,33			93,67			237,00			270,67		
Maltosa	4,33			18,67			40,00			105,00			150,33			467,00		
Lactosa	1,67			6,00			9,33			14,00			3,667			0,00		
Almidón	4,00			4,00			7,00			2,67			0,00			0,00		
Desviación típica																		
Sin azúcar	1			1			0,57735027			0			0			0		
Glucosa	0,58			2,08			4,51			2,52			6,66			5,77		
Fructosa	0,00			1,73			3,51			3,79			6,11			5,00		
Sacarosa	0,00			9,85			4,51			4,51			4,58			4,16		
Maltosa	0,58			4,04			2,00			3,00			10,50			4,36		
Lactosa	0,58			2,00			3,51			2,00			0,58			0,00		
Almidón	1,73			1,00			2,00			1,15			0,00			0,00		

Tabla 2. Variación de la población de *Saccharomyces cerevisiae* a lo largo del tiempo en presencia de diferentes azúcares.

	Media aritmética de células en cada cultivo (unidades) / área del ocular					
	26 de mayo				27 de mayo	
	Hora 0: 12.00	Hora 1: 14.00	Hora 2: 16.00	Hora 3: 19.00	Hora 4: 9.30	Hora 5: 19.00
Glucosa	3	23	47	121	298	388
Fructosa	2	21	42	107	195	370
Sacarosa	3	24	38	94	237	271
Maltosa	4	19	40	105	150	467
Lactosa	2	6	9	14	4	-
Almidón	4	4	7	3	-	-
Error	±1	±2	±3	±3	±6	±5

Hemos calculado el error aproximado en el contaje de células haciendo el promedio de la desviación típica de todos los puntos de cada tiempo. El error no es demasiado elevado gracias a la homogeneidad de la distribución de las células en cada muestra y al contaje con ayuda digital.

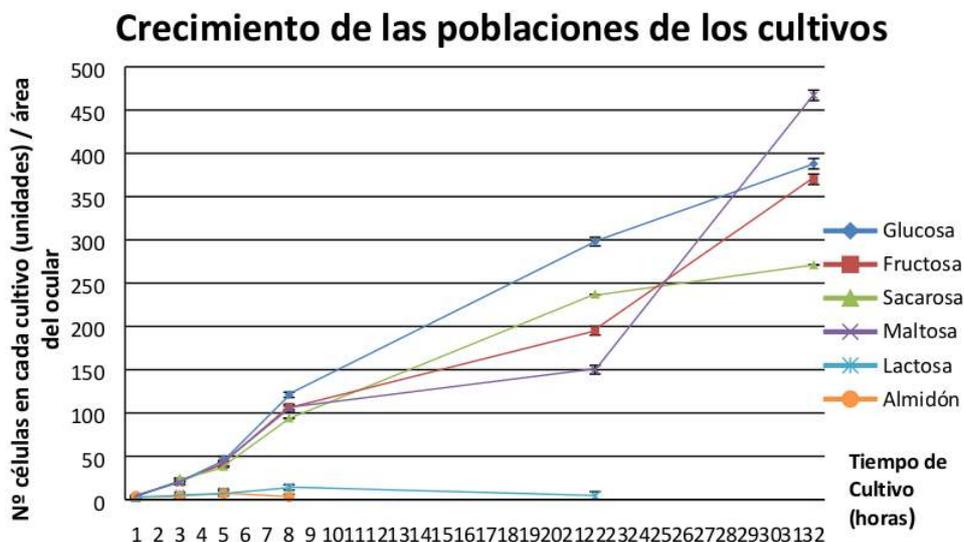
Para un mejor análisis de la cinética de crecimiento de cada cultivo, se realiza una gráfica con los datos obtenidos del contaje de células respecto al tiempo¹⁹⁴:

Tabla 3. Determinación de la presencia de alcohol mediante permanganimetría.

	Presencia de etanol al cabo de 31h
Glucosa	Sí
Fructosa	Sí
Sacarosa	Sí
Maltosa	Sí
Lactosa	No
Almidón	No

¹⁹⁴ Se omite la representación del control negativo sin azúcar ya que los números son próximos a cero a partir de la 2ª hora y la línea resultante es prácticamente indistinguible del eje de abscisas.

Gráfica 2. Crecimiento de los cultivos a lo largo de 31h



Si bien este método ha permitido determinar en qué muestras se ha producido etanol como consecuencia de la fermentación, la cuantificación de la cantidad de etanol no es posible mediante este método. Los medios favorables al crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* presentaban alcohol en disolución, lo que es un indicador de que ha existido metabolismo celular y fermentación de los azúcares correspondientes mientras esto no se observa en los dos últimos tubos.

Tabla 4. pH de cada cultivo al cabo de 24h y 31h.

	pH	
	24h	31h
Glucosa	6	5
Fructosa	6	5
Sacarosa	6	5
Maltosa	6	5
Lactosa	6	6
Almidón	6	6

Podemos ver que el pH se acidifica ligeramente en 1 unidad en todos los tubos respecto al pH inicial de 7.0, pero únicamente en presencia de los glúcidos favorables al crecimiento esta acidificación llega a ser de 2 unidades de pH.

Conclusiones

En primer lugar, podemos afirmar que la capacidad de crecimiento de las levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae* se ve influenciada por el tipo

de glúcido presente en el medio de cultivo (véase Gráfica 2). Analizando la gráfica, podemos ver que en medios suplementados con glucosa o fructosa las levaduras crecen continuamente, pero en otros suplementados con almidón o lactosa su crecimiento es prácticamente nulo.

Además, se puede concluir que en medio con glucosa las levaduras proliferan más rápido, pues el número de levaduras/área del ocular tiene un crecimiento elevado (Gráfica 2), con una velocidad media de crecimiento en el área del ocular de unas 13 células/hora (aunque la velocidad varía ligeramente en cada intervalo de tiempo). Sin embargo, en medio con maltosa el crecimiento parece seguir un comportamiento bifásico, con menor velocidad de crecimiento en las primeras horas y mayor en las siguientes. De hecho, termina habiendo más organismos que en el medio con glucosa (Tabla 2). Esto puede deberse a que la maltosa es más difícil de asimilar en un primer momento, pero, cuando se consigue metabolizar, cada molécula tiene mayor valor energético que cada molécula de glucosa (maltosa = glucosa + glucosa) y ambas están presentes en concentraciones equimoleculares.

Con fructosa, el crecimiento es también lento al comienzo, pero es más rápido en las últimas horas. En la hora 5 el número de células es similar al de los tubos con glucosa (Tabla 2). Esto puede deberse a que las enzimas necesarias para metabolizar la fructosa no están presentes en las levaduras del cultivo madre pero las levaduras son capaces de inducir su producción en presencia de este glúcido, por lo que con el tiempo se sintetizan las enzimas necesarias para fermentar la fructosa y la proliferación de las levaduras se realiza a mayor velocidad. Se conoce que esto sucede con algunos nutrientes (B.D. Davis, 1985, 187).

La sacarosa promueve un crecimiento parecido a la glucosa pero con menores números. Dado que es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa, el rendimiento energético que se obtiene puede no ser tan alto como el obtenido usando monosacáridos libres ya que se debe invertir algo de energía en hidrolizar cada molécula.

En lactosa y almidón, las levaduras no son capaces de crecer prácticamente nada. En almidón además se forman cristales que podrían dificultar aún más el crecimiento (desaparecen los organismos antes que con lactosa). La falta de crecimiento en lactosa puede ser debida a que las levaduras no pueden hidrolizar el enlace glicosídico β - 1,4 (Guzmán J., 2013) Las pocas que se cuentan las primeras horas puede corresponder a vestigios del medio madre (Tabla 2). La ausencia de individuos en los cultivos de lactosa y almidón nos permite concluir que no ha habido transferencia de glúcidos significativa a partir del medio madre y sirven como un buen control del proceso.

Aunque no se ha podido cuantificar de manera precisa la cantidad de alcohol en los medios de cultivo, sí que se ha podido detectar su presencia (Tabla 3), lo que es un buen indicador de que las levaduras, cuando les ha sido posible, han realizado la fermentación y por tanto han obtenido energía.

El pH se ha acidificado ligeramente a lo largo del experimento: en 1 unidad a las 24 h y en 2 unidades en los cultivos que crecieron de manera eficaz a las 31 h (Tabla 4). Esto puede ser indicativo de un mayor metabolismo y fermentación en aquellos cultivos que son capaces de realizar estos procesos porque cuentan con las enzimas necesarias para llevarlos a cabo.

Evaluación

Esta investigación ha conseguido cumplir los objetivos propuestos al comienzo de la misma, consiguiendo resultados relevantes y pertinentes a la pregunta de investigación. Sin embargo las medidas sobre la presencia de etanol y variaciones en el pH no nos han permitido un estudio cuantitativo de la efectividad del metabolismo celular. Por tanto, este estudio se podría mejorar y ampliar utilizando métodos que cuantificasen la cantidad de etanol en el medio producido por la fermentación. Por ejemplo, métodos colorimétricos basados en reacciones químicas (método de dicromato de potasio usado en test de alcoholemia)

La calidad de los datos obtenidos ha sido buena dado que las diferencias eran claras y la estadística completa gracias a que las medidas han sido por triplicado. Sin embargo son derivados de un único experimento por lo que las conclusiones podrían mejorarse si se tomaran datos de varios experimentos independientes y comparando sus resultados.

Fuentes

Documentos en línea

- Héctor R. Jiménez Campos, Dely Rubi Chávez Garay (2011). *Cinética de Crecimiento Saccharomyces cerevisiae*. [Presentación en línea] URL: https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiUldnQ9ITNAhVC0xoKHcjKDjAQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Ffcq-microdealimentos.wikispaces.com%2Ffile%2Fview%2FPractica%2Bde%2Bmicro.docx&usg=AFQjCNGOH6WSH6tkGa8XBC_rFPIO_C08yw&sig2=eqMfu070siT64UGR_175zg&cad=rja [Consultado el 20 de mayo de 2016]

- Microbiología de alimentos Practica 2: Cinética de crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*. (2016). [En línea] Chihuahua: José Luis Almanza Rubio, Raúl Eduardo Orozco Mena. URL: https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiUldnQ9ITNAhVC0xoKHcjKDjAQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Ffcq-microdealimentos.wikispaces.com%2Ffile%2Fview%2FPractica%2Bde%2Bmicro.docx&usg=AFQjCNGOH6WSH6tkGa8XBC_rFPIO_C08yw&sig2=eqMfu070siT64UGR_175zg&cad=rja [Accessed 20 May 2016].
- Seresmodelicos.csic.es. (2016). CSIC. [En Línea] URL: <http://seresmodelicos.csic.es/llevat.html> [Consultado el 22 Mayo 2016].
- Judith Guzmán Melgar, L. (2013). *Disacáridos y polisacáridos. 1st ed.* [PDF] URL: <https://quimicamedusac.files.wordpress.com/2013/07/semana-26-20113-clase.pdf> [Consultado el 3 Jun. 2016].
- Página de los medios DMEM: <http://www.thermofisher.com/>

Libros y manuales

- B.D. Davis, R Dulbecco, H.N.Eisen & H.S. Ginsberg (1985). *Tratado de Microbiología*. Barcelona: Tercera ed. Salvat, pp.663-676; 187. Pág. 1033.
- Roger Y. Stainer, John L. Ingraham, Mark L. Wheelis & Page R. Painter. (1988). *Micribiología*. Barcelona: Segunda ed. reverté, pp.707-710.
- R. Casares López (1978). *Tratado de análisis químico* Madrid: Décima ed. pp. 294

Estos manuales se han usado como libros de referencia y consulta.

¿En qué medida el nivel de vitamina C de las frutas y verduras disminuye al someterse a sucesivas descongelaciones?

Claudia Camarero Hoyos



Introducción

El fin de esta investigación es comprobar la veracidad del mito que estipula que al romper la cadena de frío varias veces, los alimentos pierden sus propiedades.

Este tema es de gran importancia ya que, si es verdad que esto sucede, se debe saber a qué ritmo se pierden estas propiedades y cuáles serían sus posibles consecuencias.

Esta cuestión me surgió tras la siguiente situación: al irse la luz de mi casa, el congelador dejó de funcionar y recordé que esto era perjudicial para los alimentos debido a que perdían sus propiedades si una vez descongelados se volvían a congelar. A partir de esto me empecé a replantear la veracidad de esta información y decidí investigar más al respecto.

Finalmente me surgió la siguiente pregunta: ¿en qué medida el nivel de vitamina C de las frutas y verduras disminuye al someterse a sucesivas descongelaciones?

Fundamento teórico

Congelar significa “someter alimentos a muy baja temperatura para que se conserven en buenas condiciones hasta su ulterior consumo.” (Diccionario de La Real Academia Española de la Lengua)¹⁹⁵

195 RAE. Congelación. . <http://dle.rae.es/?w=congeles>

La congelación de los alimentos es una manera rápida y conveniente de conservar los distintos alimentos, ya que retrasa el deterioro de los alimentos y evita que los microorganismos se desarrollen al ralentizar la actividad enzimática.²

Al congelarse el agua, se convierte en cristales de hielo y por tanto los microorganismos no pueden acceder a ella, y al ser vital para su funcionamiento, se limita su crecimiento y existencia.

Este proceso tiene un efecto mínimo sobre los nutrientes pero en las frutas y verduras, este proceso puede provocar la disminución de los niveles de la vitamina C (del 15% al 20%)

Sin embargo, como la congelación no afecta a las proteínas, a las vitaminas A y D, ni a los minerales que contienen los pescados y carnes, no se modifican las propiedades de estos productos.¹⁹⁶

Durante la descongelación se produce una pérdida de líquido (con alto contenido en vitaminas y minerales) que conlleva a la reducción de esos nutrientes.¹⁹⁷

La Vitamina C es una vitamina hidrosoluble necesaria para el crecimiento y la reparación de tejidos del cuerpo. Se utiliza para curar heridas formando tejido cicatricial; para mantener y reparar los huesos; y para ayudar a la absorción del hierro. Además es un antioxidante.

El ser humano debe incluir la vitamina C ingiriendo alimentos que la contengan, ya que el organismo no la produce ni la almacena. Se encuentra principalmente en alimentos de origen vegetal y puede presentarse de dos formas interconvertibles: ácido ascórbico (forma reducida) y ácido dehidroascórbico (forma oxidada)¹⁹⁸ (Imagen 1)

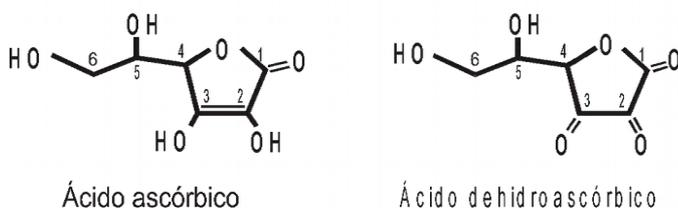


Imagen 43: Formas biológicamente activas de la vitamina C

196 Medline plus Vitamina C. Sitio web: nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002404.htm

197 EUFIC La congelación - Congelar los alimentos para preservar su calidad y seguridad. EUFIC sitio web: <http://www.eufic.org/article/es/artid/congelacion-alimentos-calidad-seguridad/>

198 <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002404.htm>

La vitamina C es un compuesto que se oxida y reduce muy fácilmente, principalmente en procesamiento y conservación de los alimentos.

Esto haría que vitamina C disminuya en los alimentos si estos son sometidos a sucesivas congelaciones y descongelaciones, lo cual se tomará como la hipótesis de partida.

La vitamina C se puede reconocer gracias a distintos métodos. Entre estos se encuentra la tinción mediante azul de metileno el cual al estar azul, se reduce formando un compuesto incoloro. A su vez, la cromatografía líquida de alta presión (la cual suele ser muy cara) y la titulación volumétrica de óxido-reducción.

“La titulación volumétrica es un método de análisis cuantitativo en el que se mide el volumen de una disolución de concentración conocida (disolución patrón o titulante patrón) necesario para reaccionar completamente con un compuesto en disolución de concentración desconocida.”

(Universidad de Los Mayores, Cuantificación de itamina C, 2011)

La manera más óptima de medir la cantidad de vitamina C, es realizar una reacción REDOX con almidón y yodo. Esto se debe debido a lo siguiente.

Cuando el yodo y el almidón reaccionan, su producto resultante toma un color azul-violeta característico. La coloración se debe a que el yodo se introduce entre las espiras de la molécula de almidón lo que modifica las propiedades físicas de esta molécula haciendo aparecer ese color.

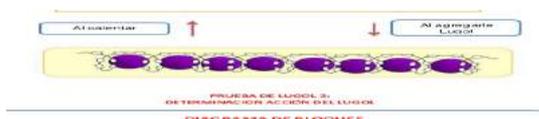


Imagen 44: Reacción entre el almidón y el Lugol (Granados, A.)

Para realizar una REDOX se debe verter sobre la Vitamina C (la cual está reducida) almidón. Cuando a esta disolución se le añade yodo (el cual está oxidado), la Vitamina C comienza a reaccionar con este formando, una vitamina C oxidada y yoduro (óxido reducido)

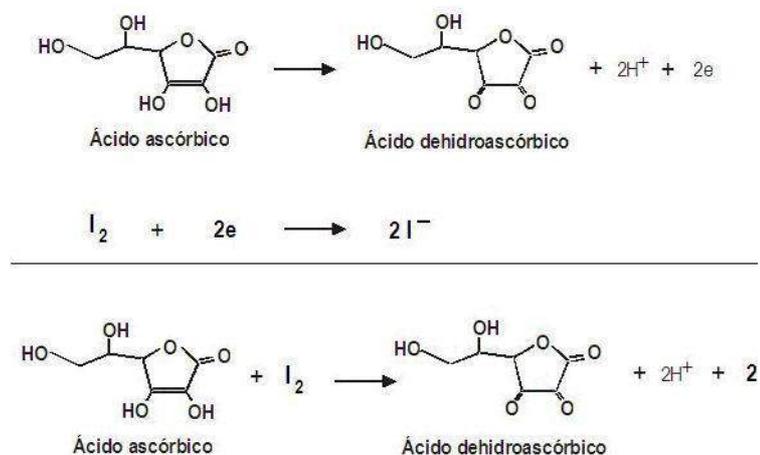


Imagen 45: Reacción REDOX añadiendo Yodo

Esta reacción continúa hasta que ya no quede vitamina C. En ese momento, el yodo empezará a reaccionar con el almidón tornando la disolución al azul oscuro característico.

Gracias a esta reacción se puede medir la cantidad de vitamina C ya que, la cantidad de Yodo que se tenga que verter para que cambie de color la disolución de almidón y vitamina C, indica la cantidad de vitamina C que contenía la muestra.

El Lugol es yodo (I_2) y yoduro de potasio (KI) diluido en agua, por lo que se suele utilizar para realizar la reacción REDOX.

Materiales y reactivos

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ● Exprimidor: Fagor 964011040, (220 V) ● Licuadora: <i>Taurus</i> "Liqua Fresh" (250 W) ● Congelador Fagor, <i>Innova</i> ● Bureta: 50 mL (± 0.1 mL) ● Pipeta: 20 mL (± 1 mL) ● Aspirador de pipetas ● Vasos de precipitados: 100 mL (± 0.1 mL) ● Matraz Erlenmeyer: 250 mL (± 0.3 mL) ● Matraz aforado: 100 mL (± 0.1 mL) ● Embudo de filtración 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 limones • 5 naranjas (Alipende) • 5 nectarinas • 5 kiwis • 5 tomates pera • Almidón soluble (Panreac): 500g • Solución de Lugol (<i>Lugol solution Analytical Grade</i>) (Lapkem): 250 ML, densidad 1.01 g/mL <ul style="list-style-type: none"> • I_2: 1% \pm; 1% • KI: 2% \pm; 1% • Agua (H_2O) • Comprimido efervescentes de vitamina C, sabor naranja (<i>Cebión</i>): 1000 mg

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ● Gasas ● Vidrio de reloj ● Balanza electrónica de laboratorio: ± 0.1 g ● Espátula doble con cuchara F792 ● Cuentagotas ● Cuchillo ● Trípode de laboratorio ● Varilla de vidrio de laboratorio 	

Se han tomado algunas medidas de seguridad como por ejemplo usar guantes de látex para evitar que cualquier producto dañase la dermis, aunque en el caso de este experimento los reactivos utilizados no son peligrosos. Por el mismo motivo se han necesitado batas de laboratorio y se llevaba el pelo recogido. Al no manejar materiales tóxicos o inflamables, pocas medidas medioambientales se han tenido en cuenta, excepto tener en cuenta las sustancias que se echaban por el fregadero, para evitar la contaminación de las tuberías; y depositar los restos de las frutas (la piel y lo que sobrase) en la basura correspondiente a materia orgánica.

Diseño experimental

La hipótesis de partida es que la vitamina C disminuye en los alimentos si estos son sometidos a sucesivas congelaciones y descongelaciones.

Para medir si la cantidad de vitamina C he elegido 5 frutas y verduras en total, para a partir de estas poder generalizar. Realizaré una reacción REDOX para medir los valores de esta vitamina.

Las variables dependientes, independientes y controladas, se recoge en la tabla 1 y 2.

1. Tabla 1: Variables dependientes e independientes

Variables dependientes	Variables independiente
Cantidad de vitamina C	Número de descongelaciones de la naranja, el limón, el tomate, la nectarina y el kiwi.

2. Tabla 2: Variables controladas y de qué manera se controlarán

Variables controladas	Método de control
<ul style="list-style-type: none"> Ciclos de 24h: 22.5 h en congelación 1.5 h descongelándose 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las muestras fueron medidas a la vez en el congelador y sacadas a la vez. Se tomó el tiempo con un reloj.
<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de descongelación 	<ul style="list-style-type: none"> Todos los alimentos se descongelaron no a temperatura ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> Misma clase de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Los alimentos con los que se va a trabajar son: naranja, limón, tomate, nectarina y kiwi. Los alimentos eran todos frescos, comprados al mismo proveedor y de similar tamaño. Todos los alimentos se pelaron. No se incluye la piel en este experimento.
<ul style="list-style-type: none"> Congelación 	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó en el congelador familiar (Fagor, <i>Innova</i>). Todos los alimentos estudiados se congelaron a -17°C, a la misma potencia, en las distintas congelaciones.

Tras establecer estas variables se puede continuar con el procedimiento:

1. Se ha realizado una reacción REDOX a 1 muestra de cada alimento, que no había experimentado ninguna congelación para poder establecer las condiciones iniciales.
2. Se dividieron los objetos de estudios restantes en 4 grupos, cada uno con 1 limón, 1 naranja, 1 kiwi, 1 nectarina y 1 tomate. En cada grupo se anotó el número de descongelaciones que le correspondía (a un grupo le tocó 1, a otro 2, a otro 3 y al último 4).



Imagen 46: Muestras pertenecientes al grupo 2, aquellas que se han sometido a 2 descongelaciones

3. Se introdujeron todas las futas en el congelador al mismo tiempo (en total serían 4 de cada clase)

4. Tras 22h y media se descongelaron todas a temperatura ambiente.

5. Tras se vol- ron a gelar las fru- excep- del 1 (a las les co- ponde des- gela-



Imagen 4: Colorímetro CH1003-001

6. A con- ción, loró la dad de mina las tras del grupo 1.

1.5h vie- con- todas tas, to las grupo cuales rres- una con- ción). tina- se va- canti- vita- C en mues-

7. 22.5h más tarde se volvió a descongelar todo.

8. 1.5h des- pués con- ló todo cepto gru- 2, del cual hizo una lora- ción.

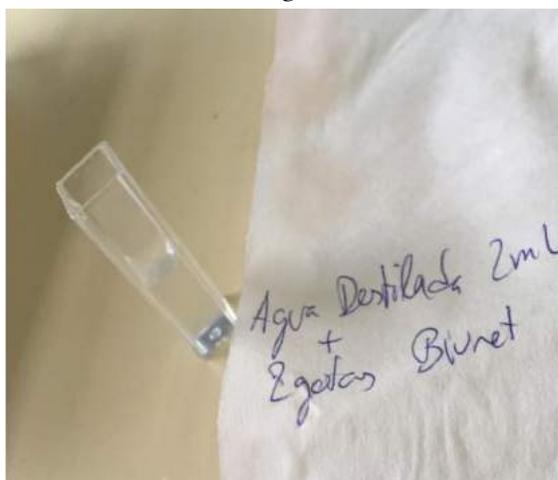


Imagen 5: 2mL de agua destilada con dosgotas de Biuret.

se ge- ex- el po se va-

9. Este proceso continuó hasta que las frutas y verduras del grupo 4 (a las cuales les corresponde 4 descongelaciones) fueron analiza- das.

Se ha medido la cantidad de cantidad de vitamina C mediante reacciones REDOX, siguiendo el siguiente método:

1. Se exprimió o licuó la fruta o verdura sin tener en cuenta la piel del alimento (algunos alimentos tienen la piel demasiado blanda, como el kiwi, el tomate y la nectarina; por tanto, en vez de exprimirlos es más convenientes licuarlos, una vez pelados).
2. El zumo obtenido se filtró con una gasa y un embudo de filtración.
3. En un matraz Erlemeyer se mezcló lo siguiente:
 - a. 10 mL del jugo de fruta o verdura filtrado
 - b. 20 gotas de disolución de almidón al 1% (previamente preparada)
4. Se colocó este matraz bajo una bureta de 50 mL la cual contenía lugol.
5. A continuación se valoró la muestra vertiendo lugol gota a gota en la disolución de zumo hasta que esta se volvía de un tono azul oscuro.
6. Finalmente se restó la cantidad de lugol que contenía la bureta a la cantidad que tenía antes de empezar la valoración, para saber cuánto lugol se había necesitado.

Finalmente, para hacer la equivalencia entre mL de lugol y cantidad de vitamina C se realizó lo siguiente:

- Se hizo una disolución con 0.1 g de una pastilla efervescente de vitamina C y 10 mL de agua.
- Se vertió en un matraz Erlenmeyer, la disolución mencionada en el paso anterior y las 20 gotas de disolución de almidón al 1%.
- A partir de aquí los pasos son los mismos a los pasos 4, 5 y 6 del procedimiento de cómo realizar una reacción REDOX estipulada en el procedimiento anterior.

Los resultados obtenidos se recogerán en tablas para a continuación analizarlos.

Datos

Datos brutos

Datos cualitativos

El color al que torna la disolución del zumo es un verde muy oscuro con tonos marrones, en vez de azul muy oscuro. Si uno se excede a la hora de va-

lorar, la disolución se tornará a un verde con tonos mucho más cobrizos, pero nunca alcanza el tono violeta especificado en el fundamento teórico.



Imagen 47: Reacción REDOX de un kiwi en condiciones normales, sin haber sido congelado. Es una muestra del color que se debe obtener

Se puede observar cómo, a medida que aumenta el número de descongelaciones, las frutas y verduras se van estropeando, especialmente aquellas que tienen un tejido dérmico más fino como la nectarina, el kiwi y el tomate. Estos últimos, al ser descongelados tienen una textura blanda. La naranja y el limón se conservan mejor que las mencionadas anteriormente.

La cantidad de zumo tras las descongelaciones también disminuye a medida que aumenta el número de estas, y es más difícil exprimir los alimentos.

Aparte de esto, he podido observar a su vez que las frutas que han sido congeladas y más tarde descongeladas por lo menos una vez, cambian su sabor y su aspecto.

Datos cuantitativos

A continuación mostraré los datos obtenidos tras realizar el experimento.

Tabla 3: Cantidad de lugol utilizado para la valoración de las distintas muestras tras distinto número de descongelaciones.

Frutas y verduras		Cantidad de lugol utilizado en la valoración de las muestras tras X número de descongelaciones. (mL ± 0.1)				
		0 desc.	1 desc.	2 desc.	3 desc.	4 desc.
Muestras	Naranja	2.0	1.5	1.3	1.2	1.0
	Limón	1.0	0.7	0.6	0.6	0.5
	Kiwi	1.5	1.5	1.2	1.0	1.1
	Nectarina	1.0	0.3	0.3	0.3	0.2
	Tomate	1.5	0.7	0.6	0.4	0.3

La cantidad de vitamina C por mililitro de lugol es la siguiente:

1.1 g vitamina C \rightarrow 8.9 mL lugol

x g vitamina C \rightarrow 1 mL lugol

$$\frac{0.1}{8.9} = \frac{x}{1}; 8.9x = 0.1; x = 0.01 \text{ g vitamina C}$$

Datos elaborados

Tras realizar la tabla de los datos brutos cuantitativos utilizaré tanto los parámetros estadísticos de centralización (la media), como los de dispersión (desviación típica, 30%).

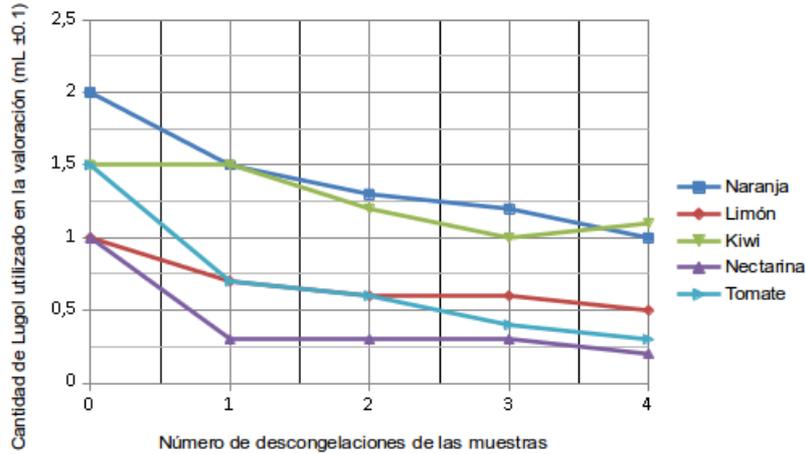
Tabla 4: Conversión de los datos de cantidad de lugol a cantidad de vitamina C

Frutas y verduras		Cantidad de vitamina C utilizado en la valoración de las muestras tras X número de descongelaciones. (g ±0.1)				
		0 desc.	1 desc.	2 desc.	3 desc.	4 desc.
Muestras	Naranja	0.02	0.015	0.013	0.012	0.01
	Limón	0.01	0.007	0.006	0.006	0.005
	Kiwi	0.015	0.015	0.012	0.01	0.011
	Nectarina	0.01	0.003	0.003	0.003	0.002
	Tomate	0.015	0.007	0.006	0.004	0.003

Tabla 5: Medidas de centralización y dispersión de los datos de la pérdida de vitamina C entre una descongelación y la siguiente

		Cantidad de vitamina C perdida entre una descongelación y la siguiente (g ±0.1)			
		0-1	1-2	2-3	3-4
Muestras	Naranja	1.8×10^{-1}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}
	Limón	3.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	0	1.0×10^{-3}
	Kiwi	0	3.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	-1.0×10^{-3}
	Nectarina	7.0×10^{-3}	0	0	1.0×10^{-3}
	Tomate	8.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}
Medidas de centralización y dispersión de los datos	Media	4.0×10^{-2}	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	6×10^{-4}
	Desviación típica	9×10^{-2}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}	8.9×10^{-4}
	30%	1.2×10^{-2}	4.2×10^{-4}	3.6×10^{-4}	1.8×10^{-4}
	Centralización	No	No	No	No

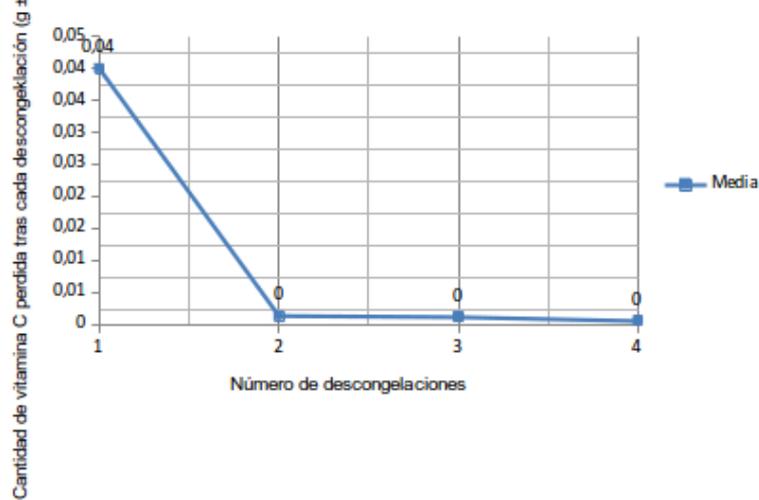
Gráfico 1: Cantidad de Lugol utilizado en la valoración (mL ± 0.1) de las muestras tras X número de descongelaciones, mostrando así la pérdida de la vitamina C.



Para mostrar más claramente la cantidad de Vitamina C al principio y al final de las descongelaciones realizaré un gráfico de barras:

Gráfico 2: Cantidad de lugol utilizado en la valoración (mL ± 0.1) de las muestras antes de congelarse y tras 4 descongelaciones. (Tabla 5)

Media de la pérdida de vitamina C de una descongelación a la siguiente



Conclusiones

La descongelación y posterior descongelación altera el sabor y el aspecto de los alimentos significa que sus propiedades han sido modificadas, es de-

cir, que no solo se ha producido un cambio en la cantidad de vitamina C que poseían.¹⁹⁹

La conclusión que responde a la pregunta de investigación (¿En qué medida el nivel de vitamina C de las frutas y las verduras disminuye al someterse a sucesivas descongelaciones?), es que la vitamina C se reduce al romper la cadena de frío, por tanto, a mayor número de descongelaciones, menor cantidad de vitamina C.²⁰⁰ Esto demuestra que la hipótesis de partida era correcta: la vitamina C disminuye en los alimentos si estos son sometidos a sucesivas congelaciones y descongelaciones²⁰¹

A raíz de esta conclusión, se puede observar que durante la primera congelación y descongelación es cuando mayor cantidad de vitamina C se pierde (Tabla 3, Gráfico 1), exceptuando el kiwi; y en las últimas descongelaciones se reduce en menor proporción y más paulatinamente.

Finalmente se puede observar que aunque se piensa que la naranja es la fruta que más vitamina C tiene, en realidad es el kiwi (Gráfico 1), además de uno de los que menos varía, es decir, es uno a los que el frío le afecta de menor manera. Los alimentos que menos vitamina C tienen son el tomate y la nectarina, aunque la nectarina pierde mucha más vitamina al ser congelada y descongelada sucesivamente que el tomate.

La pérdida de vitamina C no se produce de forma uniforme en todas las frutas y verduras. Esto significa que hay otros factores que influyen también en la pérdida de vitamina C, dando lugar a futuras investigaciones.

199 EUFIC La congelación - Congelar los alimentos para preservar su calidad y seguridad. EUFIC sitio web: <http://www.eufic.org/article/es/artid/congelacion-alimentos-calidad-seguridad/>

200 Medline plus Vitamina C. Sitio web: nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002404.htm

201 Universidad de Los Mayores, Cuantificación de la Vitamina C, 2011

Evaluación y propuestas de mejora

Evaluación	Propuestas de mejora
<p>La fiabilidad: solo se han analizado 5 alimentos: el kiwi, la naranja, el limón, el tomate y la nectarina. Esto no afecta mucho a nuestros resultados pero si se analizasen más, más seguros estaríamos de la fiabilidad de nuestro experimento.</p>	<p>Aunque esto es fiable, se podrían analizar más muestras para así poder asegurarse de que las conclusiones extraídas se apliquen a más casos y por lo tanto poder generalizar con una mayor seguridad.</p>
<p>La rigurosidad y precisión: es muy complicado que el color que se obtenga de la reacción REDOX de una muestra sea exactamente igual que el de la anterior, por tanto hace la tarea de valorar con precisión mucho más complicada. El mirar a ojo no modifica demasiado los datos, pero sería mejor hacerlo de manera más precisa.</p>	<p>Se debería usar un colorímetro para medir si el color obtenido es el que se espera, aunque eso sería muy laborioso.</p>
<p>Contaminación: he lavado personalmente todo el material que he utilizado cada vez que debía cambiar de fruta para evitar la contaminación, pero eso no es siempre posible. Por ejemplo, la licuadora, que es lo más complicado de lavar ya que tiene muchos componentes, hay piezas en el interior del electrodoméstico que no se podía limpiar, por tanto contaminando el zumo. Esto es algo prácticamente imperceptible y que puede que no haya modificado los datos, pero es algo a tener en cuenta.</p>	<p>Utilizar aparatos que sean más fáciles de limpiar y hacer esto a conciencia.</p>
<p>Otro aspecto que se puede extraer gracias a los datos cualitativos es que probablemente 1,5h no fuera suficiente para la descongelación total de las frutas y verduras, especialmente en los dos últimos grupos de alimento; ya que al haber comprobado que el líquido que se extraía era menor, debe significar que este estaba congelado y por eso al exprimirse, era más complicada la extracción de jugo.</p>	<p>Debe dejar más tiempo para descongelarse la próxima vez.</p>

A partir de esta práctica se podrían realizar otras investigaciones:

1. ¿Qué otras propiedades pierden estas frutas y verduras al ser congeladas y descongeladas sucesivamente?
2. ¿Sucede lo mismo con, por ejemplo, las proteínas en la carne al someterla a sucesivas descongelaciones?
3. ¿De qué manera esta pérdida de propiedades en los alimentos puede afectar al ser humano que los ingiera?
4. ¿Qué hubiera ocurrido si los alimentos estudiados en vez de descongelarse a temperatura ambiente, se hubieran introducido primero en el frigorífico, que es la manera correcta de descongelar cualquier alimento?

Webgrafía

- EUFIC La congelación - Congelar los alimentos para preservar su calidad y seguridad. EUFIC sitio web: <http://www.eufic.org/article/es/artid/congelacion-alimentos-calidad-seguridad/>
- Granados, A. Reconocimiento de carbohidratos. <http://es.slideshare.net/agc1992/reconocimiento-de-carbohidratos> (Visitado: 28/05/2016)
- Medline plus Vitamina C. Sitio web : <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002404.htm>
- RAE. Congelación. . <http://dle.rae.es/?w=congeles>
- Universidad de Los Mayores, Cuantificación de la Vitamina C, 2011

¿Posee la clara de los huevos ecológicos mayor cantidad de proteínas que la de los huevos procedentes de gallinas criadas en jaula?

Jorge Colmenarejo Quintana



Introducción

El objetivo de esta investigación es comprobar si existe una diferencia entre la cantidad de proteínas en la clara de huevos ecológicos, procedentes de granjas donde las gallinas viven libres; y en la clara de huevos procedentes de gallinas viviendo en centro de sobreproducción y criadas en jaulas.

En un acto tan simple como hacer una tortilla, se pueden obtener diferentes resultados dependiendo de los huevos que se utilicen. He podido comprobar que las tortillas con huevos ecológicos tienen un color más amarillento y me hizo cuestionarme las diferencias que podían existir entre ambos tipos de huevos.

Además, existe una idea extendida en la población de que los huevos ecológicos son mejores que los industriales precisamente porque contiene más cantidad de proteínas. El propósito de la investigación es cuestionar este “rumor” y comprobar si es cierto que los huevos ecológicos poseen una mayor cantidad de proteínas en su clara.

La importancia de esta investigación se encuentra justamente en determinar cuál de los dos tipos de huevos es de mejor calidad en función del valor nutricional de sus claras.

Pregunta de investigación

¿Existe una diferencia significativa en relación a la cantidad de proteínas presentes en la clara de huevos de gallinas criadas en libertad y en la clara de huevos de gallinas de cría en jaula?

Fundamento teórico

Las proteínas son biomoléculas que están compuestas por C, H, O, N Y S. Están consideradas macromoléculas debido a su elevado peso molecular. Son polímeros formados por monómeros conocidos como aminoácidos. Existen 20 tipos de aminoácidos distintos y en las proteínas están unidas mediante enlaces peptídicos. Cuando los aminoácidos se encuentran en un medio acuoso, como el citoplasma celular o la sangre, los grupos funcionales amino y carboxilo se ionizan.

La prueba de Biuret es una reacción de coloración específica de las proteínas. Al ser una prueba colorimétrica, se utiliza para determinar la cantidad de proteínas, péptidos cortos y otros compuestos con dos o más enlaces peptídicos²⁰². La intensidad del violeta resultante en el complejo dependerá de la concentración de proteínas y los enlaces peptídicos CO-NH, son los que producen la reacción. El reactivo de Biuret contiene CuSO₄ en solución acuosa alcalina gracias a la presencia de la sosa (NaOH²⁰³). El Cobre es un medio como el descrito, forma un complejo color violeta al reaccionar con los enlaces peptídicos.²⁰⁴

Para nuestra investigación hemos utilizado esta prueba para poder determinar la cantidad de proteína en claras de huevo. Por cada 100 g de clara de huevo, aproximadamente 11 g son proteínas, 0.5 g glúcidos y en menor medida encontramos sales minerales como magnesio, calcio, potasio, sodio, selenio y fósforo. Además de esos 100 g el 88% es agua.²⁰⁵

En la clara de huevo, podemos encontrar las siguientes proteínas en distintas proporciones:²⁰⁶

202 Ahunchain, Ángeles y Cohen, Tanya. "Química Práctico Proteínas 2013". Química Práctico Proteínas 2013. N.p., n.d. Web 20.Abr.2016. [Www.quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/](http://www.quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/)

203 Ver anexo I: Estructura 3D del reactivo de Biuret.

204 Ahunchain, Ángeles y Cohen, Tanya. "Química Práctico Proteínas 2013". Química Práctico Proteínas 2013. N.p., n.d. Web 20.Abr.2016. [Www.quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/](http://www.quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/)

205 Gottau, Gabriela. "Clara de huevo: Pura Proteína y algo más." Clara de huevo: Pura Proteína y algo más. N.p., 21 Dec. 2013. Web. 21 Abr. 2016. <<http://www.vitonica.com/alimentos/clara-de-huevo-pura-proteina-y-algo-mas.>>

206 Universidad De Chile. "Proteínas Del Huevo." Biblioteca Digital De La Universidad De Chile, n.d. Web. 21 Abr. 2016. <http://mazingher.sisib.uchile.cl/repositorio/Ib/ciencias_quimica_y_farmaceuticas/penacchiottii01/capitulo03/03.hyaml.>

- Ovoalbúmina (glucoproteínas): 54% del peso total del huevo.
- Conalbúmina: 13% del peso total del huevo.
- Ovomucoide: 11% del peso total del huevo.
- Ovomucina: 1.5% del peso total del huevo.
- Avidina (glucoproteína): 0.05% del peso total del huevo.
- Ovoinhibidor: 0.1% del peso total del huevo.
- Lisozima y Flavoproteínas.

Distinguiendo entre huevos ecológicos y huevos de cría en jaula, podemos observar que:

En primer lugar, comprendemos como huevos ecológicos (HE) aquellos huevos que han sido puestos por gallinas criadas en libertad o amplios corrales al aire libre a los que tengan acceso durante todo el día. La densidad en estas granjas es de una gallina por cada 4 m².²⁰⁷ Por lo tanto, debido al espacio que disponen, estas gallinas están muy activas, hacen mucho ejercicio. La alimentación de estas gallinas suele estar basada en piensos ecológicos, sin aditivos ni transgénicos.²⁰⁸

Por otro lado, las gallinas criadas en jaulas no tienen mucha movilidad y por lo tanto han realizado poco ejercicio a lo largo de sus vidas. Dentro de cada jaula, las gallinas poseen un espacio de 600 cm².²⁰⁹ Estas gallinas tienen una alimentación rica en cereales pero basada en trigo transgénico. Además, no como las gallinas ecológicas, a estas se les puede medicar (a excepción de antibióticos) y se les corta el pico para reducir el estrés.²¹⁰ Llamaremos a los huevos de esta procedencia, huevos industriales (HIE).

207 Asociación Para La Defensa De Los Recursos Naturales De Cantabria. "EL BIENESTAR DE LAS GALLINAS SEGÚN EL ETIQUETADO DE SUS HUEVOS." (n.d.): 1-2. [Http://www.upv.es/](http://www.upv.es/). Universitat Politècnica De València, 26 Apr. 2016. Web. <<http://www.upv.es/proanimales/docs/1erDigitoHuevos.pdf>>.

208 "Lo Verde Vende." RTVE.es. Comando Actualidad, 24 May 2016. Web. 28 May 2016. <<http://www.rtve.es/television/comando-actualidad/>>.

209 Asociación Para La Defensa De Los Recursos Naturales De Cantabria. "EL BIENESTAR DE LAS GALLINAS SEGÚN EL ETIQUETADO DE SUS HUEVOS." (n.d.): 1-2. [Http://www.upv.es/](http://www.upv.es/). Universitat Politècnica De València, 26 Apr. 2016. Web. <<http://www.upv.es/proanimales/docs/1erDigitoHuevos.pdf>>.

210 "Lo Verde Vende." RTVE.es. Comando Actualidad, 24 May 2016. Web. 28 May 2016. <<http://www.rtve.es/television/comando-actualidad/>>.

Hipótesis

Hemos podido comprobar a través del fundamento teórico que tanto el espacio como la alimentación, pueden ser factores que influyan en la cantidad de proteínas en la clara de cada huevo. Por lo tanto, la hipótesis de partida es:

Existen diferencias significativas en la cantidad de proteínas en la clara de huevos ecológicos y la de huevos industriales, habiendo mayor cantidad en la clara de los huevos ecológicos.

Procedimiento

1. Poseemos 10 huevos ecológicos de 4 granjas de diferente procedencia y 10 huevos industriales (procedentes de tres marcas distintas).
2. De cada huevo, cogeremos una muestra de 2mL y las colocaremos en tubos de ensayos.
3. Preparamos el Biuret. Para ello, preparamos una disolución al 20% de NaOH y una disolución al 1% de CuSO₄. Para realizar el biuret, utilizaremos 7.3 mL de CuSO₄ 1% y 10 mL de NaOH 20% (Ver anexo II: Preparación del reactivo de Biuret)
4. Añadimos dos gotas del Biuret a cada muestra.
5. Tras agitarlo para que se mezcle bien y reaccione, la muestra pasará a tener un color dentro de una escala del violeta.
6. Dependiendo de la intensidad de este violeta y de la transparencia de la disolución. Este color determinará la cantidad de proteínas en la disolución, ya que el color está directamente relacionado con la cantidad como hemos visto en el fundamento teórico.
7. Para otorgar un valor numérico al color obtenido, utilizaremos un colorímetro.
8. Calibraremos el colorímetro utilizando una muestra de 2 mL de agua destilada con dos gotas de Biuret. Realizaremos lo mismo con una disolución conocida de Albúmina (1%) antes de empezar a obtener datos de las muestras.
9. El colorímetro nos dará valores de transmitancia y absorbancia. La absorbancia es una magnitud que mide la cantidad de luz que una muestra absorbe por unidad de tiempo. La transmitancia es una magnitud que expresa la cantidad de luz que atraviesa la muestra por unidad de tiempo.
10. Los datos obtenidos de absorbancia los transformaremos en concentraciones. Con estos valores, realizaremos medias (que posteriormente compararemos), y desviaciones típicas. Después realizaremos la prue-

ba T-Student para determinar si existe una diferencia significativa entre la cantidad de proteínas de la clara de ambos tipos de huevos.

11. Si existe una diferencia significativa, observaremos cuál de los dos tipos contiene una mayor cantidad de proteínas en su clara.

Materiales y reactivos

Reactivos

- Sulfato de Cobre (CuSO_4) 1%
- Sosa (NaOH) 20%
- Albúmina (pura) (haremos una disolución al 1%)
- Agua destilada (H_2O)

Huevos

- Ecológicos: 10 huevos procedentes de 4 granjas locales distintas.
- Industriales: 10 huevos de tres marcas distintas (El Granjero, Alipende y Granja Avícola) y por lo tanto de procedencia diferente

Materiales

- 3 Pipetas 10 mL \pm 0.1
- 1 Pipeta 1 mL \pm 0.006
- 1 Pipeta 2 mL \pm 0.01
- 1 Báscula COBOS g \pm 0.1
- 20 tubos de ensayo 20 mL \pm 1
- 5 Vasos 75 mL \pm 5
- Matraces
- 1 Cristalizador
- Colorímetro CH1003-001 (error absorbancia= \pm 0.01 W ;

Error transmitancia= \pm 1 W)

De todos los reactivos utilizados, no se ha vertido ninguno que pueda ser perjudicial para el medioambiente. El laboratorio del centro posee un barril de residuos químicos, de los que luego se deshacen adecuadamente. Además, durante la experimentación siempre se ha llevado bata y se han utilizado guantes, excepto cuando se ha trabajado con algo que desprendía calor como cuando se preparaba la sosa.

Variables

1. Independiente: tipo de huevos (ecológicos o de jaula)
2. Dependiente: cantidad de proteínas en la clara de huevo.
3. Controlada:
 1. Temperatura: Tras calentar la muestra, mantener las muestras a una misma temperatura (temperatura ambiente) que sea constante.
 2. pH: No alterar el pH de las disoluciones durante la experimentación. Mientras las disoluciones están en reposo, “aislarlas” colocando un corcho en los tubos de ensayo para que nada pueda alterarlo.
 3. Procedencia de los huevos: Coger distintas marcas de huevos de cría en jaula y huevos ecológicos procedentes de 3 granjas (de personas cercanas a mí).
 4. Cantidad de la clara: Medir previamente antes de preparar una disolución, un mismo volumen para todas las muestras.

Datos

Datos cualitativos:

Podemos observar a simple vista que la yema de los huevos ecológicos es más amarillenta que la de los industriales, que son más anaranjados. Además, la clara de huevo ecológico es algo más transparente y compacta que la de los huevos industriales. Sin embargo, no se han apreciado diferencias entre la cantidad de clara en ambos tipos de huevos, siendo el tamaño de los huevos similar.

Datos cuantitativos:

En primer lugar, mediante una disolución conocida de albúmina, elegiremos la luz adecuada para la sustancia que vamos a medir. Esta será con la que obtengamos unos valores de absorbancia mayores y unos valores de transmitancia menores. La disolución de albúmina estará al 1%.

Tabla 1: Resultados obtenidos con la disolución de albúmina cocida.

	Transmitancia ±1 W	Absorbancia ±0.01 W
Luz verde	45	0.34
Luz azul	44	0.36
Luz roja	47	0.31
Luz amarilla	45	0.33

Podemos observar en la tabla 1 que la luz más adecuada es la luz azul por lo que previamente hemos explicado. Utilizar esta luz nos garantiza maximizar la precisión con la que obtendremos los datos en el colorímetro.²¹¹ A continuación realizaremos la prueba de Biuret tal como se indica en el procedimiento y posteriormente se someterán las muestras al colorímetro, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 2: Valores de transmitancia y absorbancia de las claras de huevos ecológicos e industriales tras la realización de la prueba de Biuret.

	Ecológicos		Industriales	
	Transmitancia ±1 W	Absorbancia ±0.01 W	Transmitancia ±1 W	Absorbancia ±0.01 W
Muestra 1	59	0.23	73	0.13
Muestra 2	58	0.24	76	0.12
Muestra 3	71	0.14	63	0.20
Muestra 4	75	0.13	72	0.14
Muestra 5	54	0.27	49	0.31
Muestra 6	57	0.23	26	0.60
Muestra 7	70	0.15	40	0.40
Muestra 8	58	0.24	60	0.22
Muestra 9	61	0.22	45	0.35
Muestra 10	52	0.29	79	0.11

Utilizaremos la operación que aparece a continuación para transformar los datos de la tabla 2 en concentraciones.

Relación entre la concentración y la absorbancia

$$A = \alpha \times C \times l$$

211 De Andrés Murillo, Andrea. Estudio Comparativo Mediante Una Colorimetría Entre La Concentración Teórica De Almidón Que Aparece En El Etiquetado De Ciertas Bebidas Y La Que Realmente Contienen. Iesrosachacel.net. I.E.S. Rosa Chacel- Vox Populi, 2012. Web. 26 Apr. 2016. <http://iesrosachacel.net/vox_populi_digital/XX/paginas/7.php>.

(A= Absorbancia; C=Concentración; l=Longitud del recipiente utilizado en el colorímetro; α = Coeficiente de absorción.)

Utilizando el valor de absorbancia de la disolución de concentración conocida, vamos a hallar el coeficiente de absorción, que se mantendrá constante en todas las muestras.

$$A_{\text{muestra conocida}} = \alpha \times C_{\text{muestra conocida}} \times l$$

$$\alpha = \frac{A_{\text{muestra conocida}}}{C_{\text{muestra conocida}} \times l}$$

$$\alpha = \frac{0.36}{1 \times 0.01}$$

$$\alpha = 36$$

A continuación calcularemos la concentración de todas las muestras utilizando la ecuación anterior. Como conocemos α , solo queda como incógnita la concentración (C).

$$C = \frac{A}{\alpha \times l} = \frac{A}{0.36} \quad (\text{g/mL})$$

Tabla 3: Concentraciones de proteínas claras de huevo.

	Concentración Huevos Ecológicos ± 0.01 g/mL	Concentración Huevos Industriales ± 0.01 g/mL
Muestra 1	0.63	0.36
Muestra 2	0.67	0.33
Muestra 3	0.39	0.56
Muestra 4	0.36	0.39
Muestra 5	0.75	0.86
Muestra 6	0.64	1.67
Muestra 7	0.42	1.11
Muestra 8	0.67	0.61
Muestra 9	0.61	0.97
Muestra 10	0.81	0.31

Posteriormente utilizaremos las siguientes operaciones para obtener medidas de centralización y desviación.

Media.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

Desviación típica.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Tabla 4: Medias y desviaciones típicas de la concentración de proteínas en huevos ecológicos e industriales.

	Concentración Huevos Ecológicos ±0.01 g/mL	Concentración Huevos Industriales ±0.01 g/mL
Media	0.60	0.72
Desviación típica	0.15	0.44
30% de la media	0.18	0.22
Centralización	Sí	No

Podemos observar en la tabla que la desviación típica de los huevos industriales no se encuentra. Esto se debe a dos valores de los huevos industriales como el de las muestras 6 y 7, que tienen unos valores que se desvían bastante.

Elaboraremos una prueba de solapamiento. Para ello utilizaremos la media calculada en los huevos ecológicos y en los huevos de industriales y realizaremos las siguientes operaciones:

- Media menor + 1 desviación típica (se utilizará la media de los huevos ecológicos)
- Media mayor - 1 desviación típica (se utilizará la media de los huevos industriales)

Operación 1: 0.60 + 0.15 = 0.75
Operación 2: 0.72 - 0.44 = 0.28

Como podemos observar, el resultado de la operación 1 (0.75) se encuentra entre la media de los huevos industriales (0.72) y el resultado de la operación 2 (0.28). Esto nos muestra que hay solapamiento de datos.

Con estos datos no se puede concluir si hay diferencias significativas entre las medias de los huevos caseros e industriales. Realizaremos la T-Student para determinar si esta diferencia que hemos comprobado entre los datos es significativa o una cuestión de azar.

Partimos de la hipótesis de que no existe diferencias significativas entre los resultados y por lo tanto no existe una diferencia significativa entre la cantidad de proteína en la clara de ambos tipos de huevos.

Después, seguiremos los siguientes pasos:

- Averiguaremos el grado de libertad de nuestros datos. Para ello sumaremos el número de datos de ambas muestras y le restamos dos.

$$(10 + 10) - 2 = 18$$

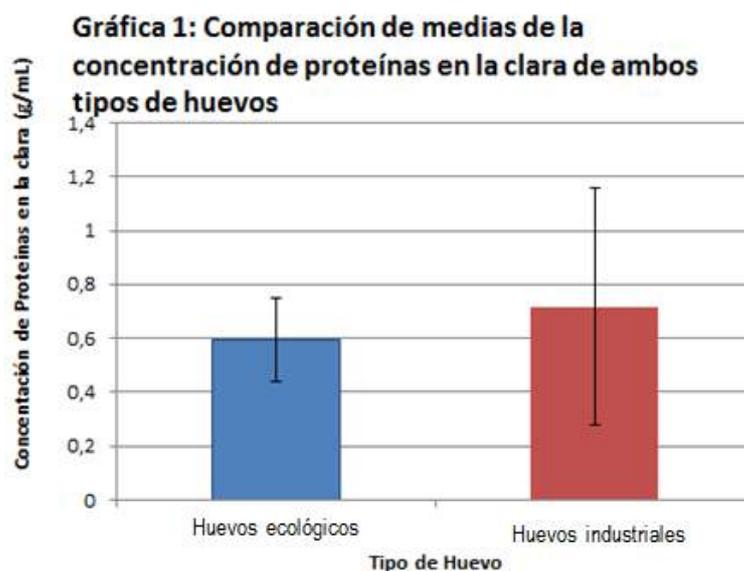
- Considerando que el error en el método pueda ser de 0.05 y utilizando nuestro grado de libertad, buscamos el valor crítico de t: 2.10.²¹²
- Calculamos utilizando una fórmula de la T-Student el valor de t con nuestros datos para posteriormente compararlo con el valor crítico de t.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}\right)\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}}$$

Hemos obtenido como valor de t es 0.25. Si lo comparamos con el valor crítico de t (2.10) podemos observar que es menor el valor de t calculado. Por lo tanto debemos aceptar la hipótesis nula previamente formulada. De esta manera, llegamos a la conclusión de que no existe una diferencia significativa entre los datos de ambas muestras.

A continuación se muestra una gráfica en la que podemos comparar la media de las muestras de ambos tipos de huevos.

212 Universidad De Los Andes. Tabla De Valores Críticos De La Distribución T De Student. webdelprofesor.ula.ve/. Web. 28 May 2016. <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/amora/Estadistica21/tabla_t_student.pdf>.



Conclusiones

Tras realizar la experimentación, y después de haber analizado los datos obtenidos, hemos podido llegar a la conclusión de que no existen diferencias significativas entre la cantidad de proteína presente en la clara de huevos industriales y en la de huevos ecológicos. Por lo tanto, el valor nutricional de la clara de ambos tipos de huevos es el mismo, refiriéndonos a sus proteínas y entonces debemos rechazar nuestra hipótesis de partida.

Además, tal y como podemos ver en la tabla 4, la desviación típica en huevos industriales, respecto a sus medias, es muy alta (los datos no se encuentran muy centralizados como hemos podido comprobar en esa misma tabla). Esto se debe a que la cantidad de proteínas entre los huevos varía bastante, más en los huevos industriales que en los ecológicos. Además, también reflejado en la tabla 2, podemos ver como la cantidad de luz absorbida por las muestras está directamente relacionada con la concentración de esta, como previamente veíamos en el fundamento teórico²¹³.

Podemos también concluir que las diferencias que hemos visto en el fundamento teórico acerca de la cría de ambos tipos de gallinas reciben (con más o menos espacio, con más o menos actividad y con distintos piensos) no influyen en la cantidad de proteínas de la cara de los huevos que luego ponen.²¹⁴

213 Ahunchain, Ángeles y Cohen, Tanya. "Química Práctico Proteínas 2013". Química Práctico Proteínas 2013. N.p., n.d. Web 20.Abr.2016.
<<http://quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/>>

214 Asociación Para La Defensa De Los Recursos Naturales De Cantabria. "EL BIENESTAR DE LAS

Finalmente, refiriéndonos a los datos cualitativos se observa una diferencia en la intensidad de amarillo en la yema de los huevos.

Por lo tanto sería interesante explorar las diferencias que pueda existir entre las yemas de ambos tipos de huevos o si no hay diferencias significativas como en el caso de la clara.

Evaluación y propuesta de mejora

Evaluación	Propuesta de mejora
Contaminación. Aun lavándolas cada día con agua y jabón o alcohol, las pipetas que utilicé siempre tenían algo de restos. Siempre trataba de utilizar la misma pipeta para cada compuesto, pero de un día para otro fácilmente podía confundirlas y acabar mezclándolas. Esto pudo influir a la hora de realizar el Biuret o de coger agua destilada para calibrar el colorímetro.	En primer lugar, una cosa que no siempre hice y que siempre debería hacer es coger una muestra, aislarla en un vaso y coger de ahí lo necesario. De esta manera si veo que las pipetas no están limpias, tengo una mínima parte contaminada que puedo remplazar. En segundo lugar, aunque un poco difícil, sería utilizar pipetas nuevas o esterilizadas.
Huevos. Se han utilizado tan solo 10 muestras de cada tipo de huevo. Además, la procedencia de estos era muy limitada, procediendo los huevos ecológicos de 4 granjas distintas y los huevos industriales de 3 marcas distintas. También hay que destacar que ambos tipos de gallinas reciben una alimentación distinta. Esta es una variable que no podemos controlar	Para que nuestros datos y conclusiones fuesen aún más fiables, convendría haber cogido más cantidad de muestras y que estas muestras procediesen de más diversas granjas y marcas comerciales.
El reactivo de Biuret lo realizábamos nosotros mismos. Este reactivos es extremadamente difícil de realizar, que dura muy poco y hay que respetar muy bien una proporción de 10 gotas de CuSO_4 para cada mL de NaOH. Al medir cuanto es una gota utilizando una pipeta para los cálculos, estamos acumulando el error de la pipeta. A este error hay que sumarle el de los cálculos (cifras decimales) y la realización del NaOH al 20%. Esto podía influir en los resultados del colorímetro.	Debido a su poca duración, el reactivo de Biuret tenía que realizarse cada día porque se estropeaba. Por ello, es mejor realizar cada día una pequeña cantidad por día, de tal manera que el CuSO_4 se pudiese agregar en gotas. Así, al no agregarse en mL, se reduce el error acumulado. Este método le comencé a utilizar cuando me quedaban 6 muestras por analizar. De esta forma, en vez de utilizar 10 mL de NaOH y 7.3 de CuSO_4 , utilizaba 2 ml de NaOH y 20 gotas de CuSO_4 .

GALLINAS SEGÚN EL ETIQUETADO DE SUS HUEVOS." (n.d.): 1-2. [Http://www.upv.es/](http://www.upv.es/). Universitat Politècnica De València, 26 Apr. 2016. Web. <<http://www.upv.es/proanimales/docs/1erDigitoHuevos.pdf>>.

Bibliografía

Páginas web

- Ahunchain, Ángeles y Cohen, Tanya. "Química Práctico Proteínas 2013". Química Práctico Proteínas 2013. N.p., n.d. Web 20.Abr.2016. <<http://quimicapracticoproteinas2013.blogspot.com.es/>>
- Gottau, Gabriela. "Clara de huevo: Pura Proteína y algo más." Clara de huevo: Pura Proteína y algo más. N.p., 21 Dec. 2013. Web. 21 Abr. 2016. <<http://www.vitonica.com/alimentos/clara-de-huevo-pura-proteina-y-algo-mas.>>
- Universidad De Chile. "Proteínas Del Huevo." Biblioteca Digital De La Universidad De Chile, n.d. Web. 21 Abr. 2016. <http://mazingersisib.uchile.cl/repositorio/Ib/ciencias_química_y_farmacéuticas/penacchiotti01/capitulo03/03.hxml>
- Asociación Para La Defensa De Los Recursos Naturales De Cantabria. "EL BIENESTAR DE LAS GALLINAS SEGÚN EL ETIQUETADO DE SUS HUEVOS." (n.d.): 1-2. [Http://www.upv.es/](http://www.upv.es/). Universitat Politècnica De València, 26 Apr. 2016. Web. <<http://www.upv.es/proanimales/docs/1erDigitoHuevos.pdf>>.
- Universidad De Los Andes. Tabla De Valores Críticos De La Distribución T De Student. webdelprofesor.ula.ve/. Web. 28 May 2016. <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/amora/Estadistica21/tabla_t_student.pdf>.

Monografías

- De Andrés Murillo, Andrea. Estudio Comparativo Mediante Una Colorimetría Entre La Concentración Teórica De Almidón Que Aparece En El Etiquetado De Ciertas Bebidas Y La Que Realmente Contienen. [Iesrosachacel.net](http://iesrosachacel.net). I.E.S. Rosa Chacel- Vox Populi, 2012. Web. 26 Apr. 2016. <http://iesrosachacel.net/vox_populi_digital/XX/paginas/7.php>.

Multimedia

- "Lo Verde Vende." RTVE.es. Comando Actualidad, 24 May 2016. Web. 28 May 2016. <<http://www.rtve.es/television/comando-actualidad/>>.
- Imagen 1: Representación 3D del reactivo de Biuret. 20 Abr. 2016 <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/60/Biuret-3D-vdW.png/220px-Biuret-3D-vdW.png>>

Anexos

Anexo I: Estructura 3D del reactivo de Biuret

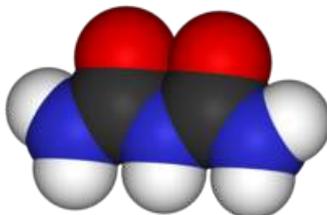


Imagen 1: Representación 3D del reactivo de Biuret. 20 Abr. 2016

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/60/Biuret-3D-vdW.png/220px-Biuret-3D-vdW.png>

Anexo II: Preparación del reactivo de Biuret.

En este anexo se adjuntan fotos de los reactivos utilizados para realizar el Biuret.



Imagen 2: Sosa (NaOH) al 20 %

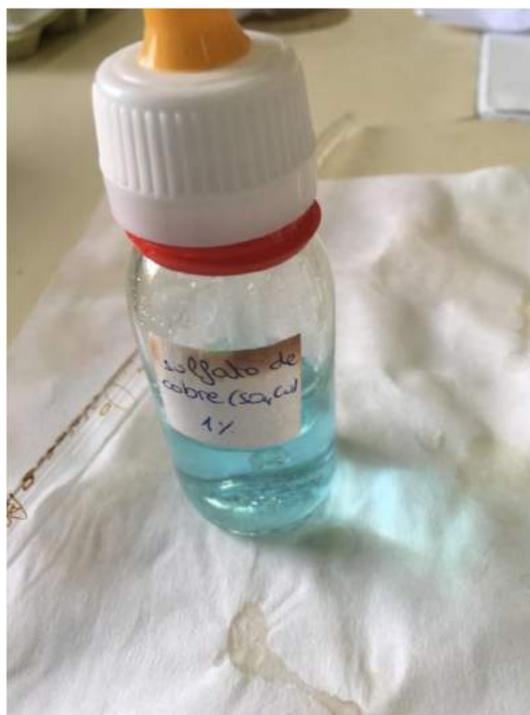


Imagen 3: Sulfato de Cobre (CuSO_4) al 1 %

Anexo III: Colorímetro.

A continuación se muestra el colorímetro empleado y el agua destilada que se utilizó para calibrarlo.

¿En qué medida afecta el disolvente elegido, en una prueba de cromatografía en papel, a la velocidad de ascensión de los pigmentos y del disolvente y a la distancia de separación de los diferentes pigmentos vegetales en la especie *Spinacia oleracea*?

Cristina Fernández Tejedor



Introducción

El objetivo de esta investigación es comprobar si la elección de un disolvente frente a otro afecta a la velocidad o a la distancia recorrida, es decir, a la separación de los diferentes pigmentos vegetales en una cromatografía.

En las clases de laboratorio de biología realizamos una práctica de cromatografía bastante sencilla, y no nos dio tiempo a indagar mucho respecto al tema o a extender dicha práctica. Sin embargo, se nos ocurrieron propuestas de nuevas investigaciones a partir de la práctica que habíamos realizado, lo cual llamó mucho mi atención ya que mi parte favorita de la biología es la histología vegetal. Entonces comencé a investigar sobre las técnicas de cromatografía y los diferentes materiales que se puede utilizar, los pigmentos que salen a la vista...y me planteé por qué en algunos experimentos las distancias recorridas, tanto por distintos pigmentos como genéricamente, eran diferentes. Fue entonces cuando decidí realizar mi investigación sobre la cromatografía en papel de pigmentos vegetales.

Al haber sido las diferencias en los resultados de varios experimentos lo que me llamó la atención, investigué qué factores podrían causar estas diferencias y llegué a la conclusión de que uno de ellos debía ser el disolvente, ya

que es el responsable de la separación su ascensión por el papel.

Entonces, formulé la pregunta de investigación: ¿En qué medida afecta el disolvente elegido, en una prueba de cromatografía en papel, a la velocidad de ascensión de los pigmentos y del disolvente y a la distancia de separación de los diferentes pigmentos vegetales de la especie *Spinacia oleracea* (espinaca)?

Fundamento teórico

Los cloroplastos, orgánulos presentes en las células vegetales, contienen una serie de pigmentos, sustancias responsables de los diferentes colores de las plantas. Estos son por ejemplo la clorofila-a, responsable del color verde intenso, clorofila-b, responsable del color verde claro, los carotenos, los cuales responden a los tonos anaranjados y las xantofilas, que responden al color amarillo.²¹⁵ Todos estos pigmentos se encuentran en diferentes proporciones en todas las plantas, siendo la clorofila el más abundante de ellos.

La cromatografía es una técnica de separación de los diferentes componentes de una mezcla, específicamente una fase móvil y una fase estacionaria o fija. Esta separación sucede al hacer pasar una fase móvil fluida (en nuestro caso un líquido), que arrastra a la mezcla, a través de una fase estacionaria, que suele tratarse de un sólido (en nuestro caso un papel de filtro).

Por tanto, la cromatografía es una técnica de separación dinámica, ya que ‘se producen equilibrios entre los componentes de la mezcla a separar y las fases móvil y estacionaria.’ (David Abbott y R. S. Andrews, 1966). La fase de la cromatografía en la cual los componentes avanzan (separándose) junto al disolvente, se le denomina fase de movilidad.

El disolvente es el responsable de la separación de los componentes de la mezcla y de su ascensión por el papel. Todos los componentes presentan un grado de mayor o menor solubilidad ante el disolvente que se utiliza, lo que permite que se vayan separando poco a poco según avanza la reacción. Los componentes más solubles avanzarán a mayor velocidad por el papel de filtro, ya que como el disolvente va avanzando sobre la fase estacionaria, los componentes solubles en él son arrastrados en la misma dirección mientras que los no solubles permanecen quietos.²¹⁶

215 Prieto, A, ¿Por qué las hojas de los árboles cambian de color en otoño?
<http://horno3.ensi.com.mx/apps/newsletter/idem.php>. Consultado en 14 de abril de 2016

216 Mancilla, C.G.E; Castrejón, C.R.; Rosas, T.M.; Blanco, E.Z. y Pérez, S.L.J. *Extracción y separación de pigmentos vegetales*. Universidad del Valle de México, Campus

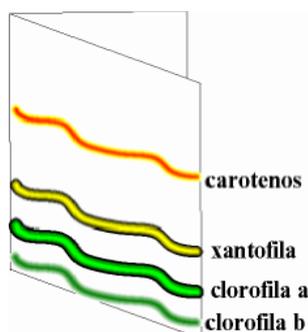


Imagen 1: Luengo, L. (2005) Separación de pigmentos vegetales por cromatografía sobre papel. Disponible en: <http://www.lourdes-luengo.es/practicas/cromatografia.html>

Los pigmentos clorofílicos son insolubles en agua, mientras que en disolventes orgánicos polares, como el alcohol etílico (C_2H_6O), y en disolventes orgánicos apolares, como la acetona (C_3H_6O), éter ($(C_2H_5)_2O$) y cloroformo ($CHCl_3$), son solubles.

Los disolventes orgánicos polares, como el alcohol, transportan los pigmentos a través de la fase estacionaria con gran eficacia y rapidez, mientras que otros disolventes presentan afinidad por determinados pigmentos, como es el caso del éter que separa únicamente los pigmentos verdes.²¹⁷

Para ver si el tipo de disolvente elegido afecta a la velocidad y distancia de separación de los pigmentos utilizaremos cinco muestras de disolventes: acetona, cloroformo, éter, agua y alcohol.

Parámetros cromatográficos

Para calcular si dependiendo del disolvente varía la velocidad del mismo o la distancia recorrida por los pigmentos, vamos a utilizar un parámetro cromatográfico llamado Retention Factor (Rf). El Retention factor es el cociente del recorrido de la sustancia por el disolvente, es decir, la distancia media desde el origen hasta el centro de la mancha, que se habrá formado por la separación de la mezcla y cuyo color se corresponderá con el característico del pigmento (X), dividida entre la distancia desde el origen hasta el final del alcance del disolvente (S).²¹⁸

Chapultepec.

217 González, A. (2002) *Pigmentos fotosintéticos*. Disponible en : <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/Trp6/Pigmentos.htm> Consultado en : Thursday, 1 de December de y

218 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química Química Analítica

$$Rf = \frac{X}{S}$$

Al realizar esta prueba y tomar las medidas del avance del disolvente sobre el papel de filtro, analizamos los datos. Si todos los resultados obtenidos al utilizar los diferentes disolventes son iguales numéricamente, significaría que la velocidad del disolvente y y la distancia recorrida por los pigmentos no se ven afectadas por el cambio de disolvente. Sin embargo, si los resultados varían entre sí, podríamos concluir que la velocidad del disolvente y y la distancia recorrida por los pigmentos se ven afectadas por el uso de disolventes diferentes.

Basándonos en el fundamento teórico, formulamos una hipótesis para responder a la pregunta de investigación.

La hipótesis es que efectivamente, el disolvente elegido afectará tanto a la velocidad de ascensión de los pigmentos y del disolvente como a la distancia recorrida por los pigmentos de la mezcla a separar.

Procedimiento

- Cogemos hojas de las espinacas y les quitamos los nervios, es decir, escogemos el limbo sin nerviación, que troceamos hasta obtener trozos pequeños.
- Con un peso, seleccionamos 5 g de los trozos de las hojas para cada experimento.
- Colocamos los 5 g de hojas troceadas en un mortero y añadimos un mordiente, arena de sílice, para desmenuzar más fácilmente las hojas.
- Añadimos 20 mL del disolvente específico a las hojas.
- Machacamos, es decir, rompemos las células y sacamos los diferentes pigmentos hasta obtener la clorofila bruta.
- Filtramos dicha mezcla con un papel de filtro y un embudo sobre un tubo de ensayo, hasta obtener un líquido verde.
- Tomamos una muestra, midiendo con una probeta, de dicho líquido de 10 mL.

Instrumental

II.

(2007) *Técnicas Cromatográficas*. [PDF] Consultado en : Thursday, 1 de December de y

- Colocamos dicha muestra en una capa fina sobre un cristal petri.
- Doblamos un papel de filtro por la mitad y lo colocamos sobre el petri, con la base del papel metida en la mezcla.
- Medimos la altura alcanzada por cada pigmento y la alcanzada por el disolvente cada 3 minutos.
- Realizamos el experimento con cada disolvente 5 veces, siguiendo los mismos pasos y tomando los mismos datos.

Durante la experimentación algunos disolventes utilizados presentaban olores fuertes y dañinos, como el éter, y otros como el cloroformo eran peligrosos al utilizar en un laboratorio. Como medida de seguridad utilizamos mascarillas a la hora de medir los disolventes y guantes para evitar contacto con los mismos.

Utilizamos la cantidad exacta de disolventes, con lo que no hubo que ocuparse de residuos contaminantes o peligrosos. Las espinacas que no utilizamos en el experimento fueron utilizadas por una compañera de clase que también realizaba su experimento con espinacas, con lo que entre las dos utilizamos todo el paquete.

Variables

Las variables independientes son las que se pueden manipular, y como resultado de esta manipulación permiten medir la variable dependiente. Los diferentes disolventes que utilizaremos en nuestra práctica serán la variable independiente.

Una variable dependiente es aquella característica o cualidad de la realidad que estamos investigando. En este caso, la variables dependientes serán la velocidad de separación de los compuestos de la mezcla y la altura a la que lleguen.

Las variables controladas son aquellos factores que podrían influir en el resultado de la práctica, que durante todo el experimento mantenemos controladas para conseguir obtener el resultado más objetivo posible.

Tabla 1 : Variables del experimento y métodos de control de las mismas.

Variable	Método de control
La cantidad de pigmentos.	Cogeremos 5 g de hojas de espinacas, controlados mediante su medida con un peso, por cada experimento.
Cantidad de disolvente que echamos a la mezcla.	Mediremos con una pipeta la cantidad de disolvente que utilizaremos en cada experimento, siendo esta 20 mL.
Cantidad de mezcla de disolvente y pigmentos depositada sobre la placa petri.	Tras haber filtrado la mezcla, tomaremos con una pipeta una muestra de 10 mL que será la que colocaremos sobre la placa petri.
Medida de la mancha de los pigmentos que se forma en el papel de filtro.	Mediremos la distancia desde el principio de la mancha hasta su terminación (que podremos distinguir por su cambio de color) con una regla milimétrica.
Medida de la mancha del disolvente que se forma en el papel de filtro.	Mediremos la distancia desde el principio de la mancha del disolvente hasta su terminación (que podremos distinguir por su cambio de color) con una regla milimétrica.
Tiempo utilizado para cada toma.	Controlaremos el tiempo con un cronómetro, empezando la cuenta nada más colocar el papel de filtro sobre la mezcla y deteniendo el cronómetro al acabar los primeros 15 minutos.
Altura de la mancha del disolvente durante los 15 minutos de observación.	Cada 3 minutos mediremos la altura de la mancha del disolvente en cada experimento, siendo los tres minutos cronometrados y la mancha medida con la regla milimetrada.
Propiedades de los disolventes : algunos disolventes, como el éter y el cloroformo, se evaporan con facilidad, con lo que la mezcla podría evaporarse antes de finalizar los 15 minutos de observación.	En las tomas realizadas con éter y cloroformo utilizaremos 15 mL de mezcla en vez de 10 mL.

Tabla 2 : materiales y reactivos.

Materiales		Reactivos
Caja petri (5)	Papel de filtro	Acetona
Peso COBOS ±0,1	Embudo	Cloroformo
Gradilla	Mortero de morcelana	Éter
Tubos de ensayo (5)	Mano del mortero	Agua
Espinacas (125 g)	Arena de sílice	Alcohol
Pipeta pasteur ±0,1 mL	Regla ±0,1 mm	

Datos

Datos cualitativos

A continuación se muestran los datos cualitativos respecto a la velocidad del disolvente y la altura de los pigmentos, que observamos tras realizar la cromatografía con cada muestra de los cinco disolventes.

Acetona

El disolvente alcanza su altura final muy rápidamente y se mantiene constante. Ambos pigmentos son visibles.

Los pigmentos amarillo-anaranjados alcanzan una mayor altura aunque su visibilidad es menor que la de los clorofílicos. (Imagen 3)

Cloroformo

El disolvente sube muy rápidamente, hasta superar los 20 mm y va subiendo paulatinamente durante el tiempo restante.

El disolvente arrastra los pigmentos clorofílicos a la misma altura que la suya y finalmente se coloca una fina capa de disolvente por encima de dichos pigmentos. Es decir, la altura alcanzada por los pigmentos y por el disolvente es casi la misma, como podemos comprobar al comparar los datos del cloroformo para los pigmentos en la tabla 2 con los resultados de la altura final del disolvente en la tabla 3. Al arrastrar el disolvente los pigmentos a su misma altura, queda una franja entre el final de los pigmentos clorofílicos arrastrados y el inicio del papel de filtro en la que no hay pigmentos visibles. (Imagen 4)

Los pigmentos amarillo-anaranjados no son visibles al utilizar cloroformo como disolvente.

Éter

El disolvente sube muy rápidamente, hasta superar los 10 o 20 mm y va subiendo paulatinamente durante el tiempo restante, hasta que se evapora la mezcla.

En las tomas con éter como disolvente son visibles los pigmentos clorofílicos, y se dividen en dos o tres rayas, en las que se marcan mucho más los pigmentos de clorofila-b, y por encima y debajo de dichas rayas se encuentran los pigmentos de clorofila-a que suben hasta a la misma línea del disolvente. (Imagen 5)

Utilizando éter como disolvente no es visible ningún pigmento amarillo-anaranjado.

H₂O

El disolvente no sube en ninguna de las cinco tomas debido a que los pigmentos no son solubles en agua (fundamento teórico), y por tanto no arrastra consigo a ningún pigmento.

Alcohol

El disolvente sube rápidamente y continúa subiendo a mayor velocidad que el resto de disolventes utilizados, llegando a aumentar su altura inicial por 15 o más mm.

Ambos tipos de pigmentos son claramente visibles. (Imagen 6)

Datos cuantitativos

A continuación mostramos los datos brutos y su análisis respectivo; realizaremos medias con los datos de todas las tomas de cada disolvente, tanto para la altura de los pigmentos como para la altura final del disolvente.

En una tabla aparte se muestran los resultados del Retention factor, para cuyos cálculos hemos utilizado las medias realizadas en las tablas 1 y 2.

Tabla 3 : Distancia recorrida por cada pigmento tras 15 minutos con los disolventes acetona, cloroformo, éter, agua y alcohol.

		Clorofila (clorofila-a y clorofila-b) (mm / $\pm 0,1$)	Carotenos y xantofilas (mm / $\pm 0,1$)
Acetona	Toma 1	3,0	5,0
	Toma 2	5,0	7,0
	Toma 3	6,0	7,5
	Toma 4	5,5	7,0
	Toma 5	6,5	7,0
Media con acetona		5,2	6,7
Desviación típica de la media		1,4	1,0
Cloroformo	Toma 1	23,0	0,0
	Toma 2	25,0	0,0
	Toma 3	23,0	0,0
	Toma 4	21,0	0,0
	Toma 5	23,0	0,0
Media con cloroformo		23,0	0,0
Desviación típica de la media		1,4	0,0
Éter	Toma 1	16,0	0,0
	Toma 2	17,0	0,0
	Toma 3	26,0	0,0
	Toma 4	26,0	0,0
	Toma 5	25,0	0,0
Media con éter		22,0	0,0
Desviación típica de la media		5,1	0,0
Agua	Toma 1	0,0	0,0
	Toma 2	0,0	0,0
	Toma 3	0,0	0,0
	Toma 4	0,0	0,0
	Toma 5	0,0	0,0

		Clorofila (clorofila-a y clorofila-b) (mm / ±0,1)	Carotenos y xantofilas (mm / ±0,1)
Media con agua		0,0	0,0
Desviación típica de la media		0,0	0,0
Alcohol	Toma 1	13,0	16,5
	Toma 2	17,0	19,0
	Toma 3	13,0	16,0
	Toma 4	18,0	22,0
	Toma 5	18,0	22,0
Media con alcohol		15,8	19,1
Desviación típica de la media		2,6	2,9

Tabla 4 : Resultados de la distancia recorrida por cada disolvente cada tres minutos para cada una de las tomas con los disolventes acetona, cloroformo, éter, agua y alcohol.

Tiempos ----- Disolventes		3' (mm / ±0,1)	6' (mm / ±0,1)	9' (mm / ±0,1)	12' (mm / ±0,1)	15' (mm / ±0,1)
Acetona	Toma 1	5,0	7,0	7,0	7,0	8,5
	Toma 2	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0
	Toma 3	7,0	7,0	7,0	7,0	9,0
	Toma 4	8,00	8,50	8,50	8,50	8,5
	Toma 5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Media con acetona						9,0
Desviación típica de la media						0,6
Cloroformo	Toma 1	19,0	19,0	19,0	19,0	24,0
	Toma 2	21,0	23,0	23,0	24,0	26,0
	Toma 3	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0
	Toma 4	21,0	21,0	23,0	23,0	23,0
	Toma 5	19,0	20,0	21,5	22,0	25,0

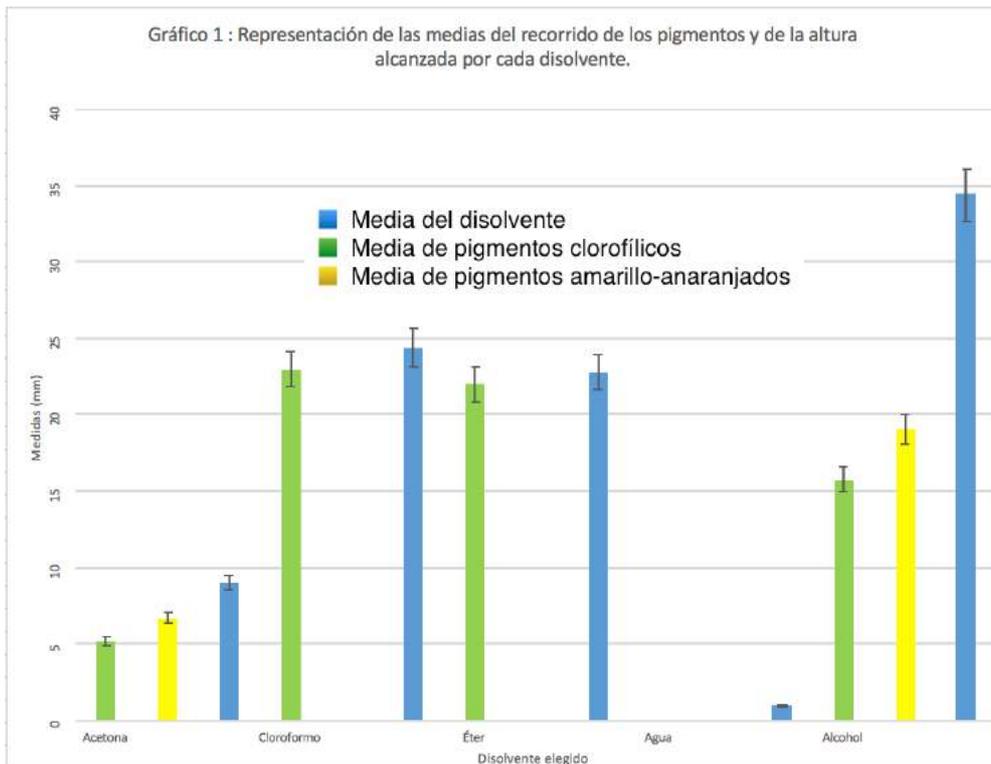
Tiempos ----- Disolventes		3' (mm / ±0,1)	6' (mm / ±0,1)	9' (mm / ±0,1)	12' (mm / ±0,1)	15' (mm / ±0,1)
Media con cloroformo						24,4
Desviación típica de la media						1,2
Éter	Toma 1	1,0	13,0	20,0	20,0	20,0
	Toma 2	10,0	13,0	15,0	17,0	17,0
	Toma 3	20,0	22,0	26,0	26,0	26,0
	Toma 4	25,0	25,0	26,0	26,0	26,0
	Toma 5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Media con éter						22,8
Desviación típica de la media						4,1
Agua	Toma 1	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
	Toma 2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
	Toma 3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Toma 4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Toma 5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Media con agua						1,0
Desviación típica de la media						0,1
Alcohol	Toma 1	18,0	28,0	27,0	29,0	32,0
	Toma 2	20,0	27,0	27,0	29,5	34,0
	Toma 3	18,0	23,0	25,0	29,0	33,0
	Toma 4	18,0	24,0	30,0	32,0	34,0
	Toma 5	10,5	26,0	28,0	32,5	39,0
Media con alcohol						34,4
Desviación típica de la media						2,7

A continuación, tomamos los valores de la tabla 1 y las medias realizadas en la tabla 2 para los datos de cada disolventes y realizamos el Retention

factor para poder analizar, dependiendo de los resultados, si la velocidad de cada pigmento varía con el disolvente.

Tabla 5 : resultados de la prueba Retention Factor (Rf) para cada uno de los disolventes.

	Clorofila (clorofila-a y clorofila-b)	Pigmentos amarillo-anaranjados (carotenos / xantofilas)
Acetona	0,58	0,74
Cloroformo	0,94	0,00
Éter	0,96	0,00
Agua	0,00	0,00
Acohol	0,46	0,56



Para observar más fácilmente los datos, representamos la gráfica anterior con las medias obtenidas de la altura alcanzada por los pigmentos y por el disolvente.

Conclusión

Recordamos nuestra hipótesis inicial, en la cual afirmábamos que el disolvente elegido afectará tanto a la velocidad de ascensión del disolvente como a la distancia recorrida por los pigmentos de la mezcla a separar.

A partir de los datos cualitativos respecto a la velocidad de ascensión del disolvente, podemos observar que según cambiábamos el disolvente, la velocidad de ascensión varía. Además, en la tabla 4 podemos observar cómo varía la altura que alcanza cada disolvente cada 3 minutos, y comparando los resultados de las cinco muestras observamos que los resultados no coinciden.

Así mismo, basándonos en la tabla 4, los resultados obtenidos utilizando los diferentes disolventes son todos diferentes entre sí. (Excepto las tomas con agua, en las que ni los pigmentos ni el disolvente alcanzaban ninguna altura, debido a que son insolubles en agua y a que el agua no). Esto significa que la velocidad de ascensión de los pigmentos depende del disolvente

Respecto a la distancia recorrida por los pigmentos, al observar la tabla 3 y las imágenes que respaldan a los datos cualitativos, se ve claramente que en función del disolvente utilizado los pigmentos son más o menos visibles, y en algunos llegan incluso a no mostrarse, como en el caso de las cromatografías con éter²¹⁹ y cloroformo, en las que no se manifiestan los pigmentos amarillo-anaranjados. (Imágenes 4 y 5)

Ambos aspectos, tanto la altura alcanzada por los pigmentos y por el disolvente, pueden compararse en la gráfica 1, en la cuál se observan las medias de los resultados obtenidos con cada disolvente.

Basándonos en los datos recogidos y en el análisis de los mismos, podemos afirmar que: la velocidad de ascensión de los pigmentos y del disolvente varía con cada muestra, siendo el alcohol el disolvente con el que mayor velocidad avanzan los pigmentos y él mismo, y por tanto se ve afectada por el disolvente; y que la altura de los pigmentos cambia en cada muestra, siendo el cloroformo el disolvente con el que mayor altura alcanzan, con lo que también se ve afectada por el disolvente elegido.

Como conclusión y respuesta a la pregunta de investigación, aceptamos la hipótesis inicial, afirmando que tanto la velocidad de ascensión de los pigmentos y del disolvente como la altura alcanzada por los pigmentos vegetales en una prueba de cromatografía en papel, se ven afectadas por la elección del disolvente.

219 González, A. (2002) Pigmentos fotosintéticos. Disponible en:
<http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/Tp6/Pigmentos.htm>

Tabla 6 : evaluación y mejoras de la investigación.

Evaluación	Mejoras
Contaminación : al utilizar vasos y pipetas para tomar las medidas de los diferentes disolventes puede haber habido restos del disolvente utilizado previamente, contaminando así las tomas del nuevo disolvente. Sin embargo, en nuestros resultados no ha habido alteraciones que pueden haber sido causadas por contaminación.	Se podría haber utilizado una pipeta y un vaso para cada disolvente, asegurando así que no hubiera riesgos de contaminación.
Tiempo : el cronómetro marcaba los quince minutos, y dentro de estos, cada tres minutos. Sin embargo, en la toma de medidas pueden haberse producido errores. Los resultados han tenido variables, pero no debidas a errores en la toma de medidas, ya que no eran variables inexplicables.	Podíamos haber utilizado un cronómetro con una alarma cada tres minutos y otro cronómetro para marcar el fin de los quince minutos, para asegurar que las variables en los resultados no se debían a errores en los tiempos de la toma de medidas.
Medidas : al haber utilizado una regla y haber medido en una posición vertical, en la que es difícil colocar la regla con precisión exacta, puede haber habido un error mínimo en las medidas.	El margen de error ha sido incluido en las tablas de datos y en la gráfica, y las medidas fueron tomadas varias veces para comprobar si los números coincidían, con lo que no hubo errores debido al uso de la regla.
La cromatografía en papel es una técnica con poca exactitud : el valor del Rf es muy sensible a variables como el grosor de la fase estacionaria, la humedad de la fase móvil... Para asegurar que nuestros resultados no se veían afectados por la fase estacionaria, utilizamos papel de filtro del mismo grosor.	Sin embargo las propiedades de los disolventes sí que variaban, como por ejemplo el éter, cuya disolución se evaporaba completamente al finalizar los 15 minutos. Estas variables son las que estábamos intentado observar con el cambio del disolvente, con lo que no supusieron ningún problema.
Resultados suficientemente fiables : puede que con cierto disolvente de carácter diferente, no se obtuvieran los mismos resultados que con los que hemos utilizado,	Aún habiendo utilizado 5 disolventes, tanto polares como apolares, el experimento podría haberse realizado con 5 disolventes polares y 5 polares.

A partir de esta investigación y mientras estudiaba la técnica de la cromatografía, me di cuenta de que en nuestra vida diaria utilizamos una gran cantidad de tintes y colorantes, que son parecidos a los pigmentos vegetales, como las tintas de los bolígrafos o los colorantes de las gelatinas. Se podría utilizar la cromatografía como técnica para averiguar la que tipo de colorantes se utilizan para diferentes productos alimenticios, como las gelatinas o los caramelos.

Webgrafía

- Abott, David y R. S. Andrews. (1966) *Introducción a la Cromatografía*, traducción de Miguel Fernández Braña, Colección Exedra, Editorial Alhambra, S.A. Madrid, España.
- González, A. (2002) *Pigmentos fotosintéticos*. Disponible en : <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/Tp6/Pigmentos.htm>
- Harper College. Retention factors. Disponible en : <http://www.harpercollege.edu/tm-pps/chm/100/dgodambe/thedisk/chrom/wback3.htm>.
- IUPAC.(1997) *Compendium of Chemical Terminology*, 2nd ed. (the "Gold Book"). Blackwell Scientific Publications, Oxford. Disponible en : <http://goldbook.iupac.org> ISBN 0-9678550-9-8. Last update: 2014-02-24.
- Luengo, L. (2005) *Separación de pigmentos vegetales por cromatografía sobre papel*. Disponible en : <http://www.lourdes-luengo.es/practicas/cromatografia.html>
- Mancilla, C.G.E; Castrejón, C.R.; Rosas, T.M.; Blanco, E.Z. y Pérez, S.-L.J. *Extracción y separación de pigmentos vegetales*. Universidad del Valle de México, Campus Chapultepec.
- Prieto, A, ¿Por qué las hojas de los árboles cambian de color en otoño? <http://horno3.ensi.com.mx/apps/newsletter/idem.php>. Consultado en 14 de abril de 2016
- Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química *Química Analítica Instrumental II*. (2007) *Técnicas Cromatográficas*. [PDF]

Anexos



Imagen 48: Resultados de la cromatografía con acetona como disolvente



Imagen 49: Resultados de la cromatografía con cloroformo como disolvente

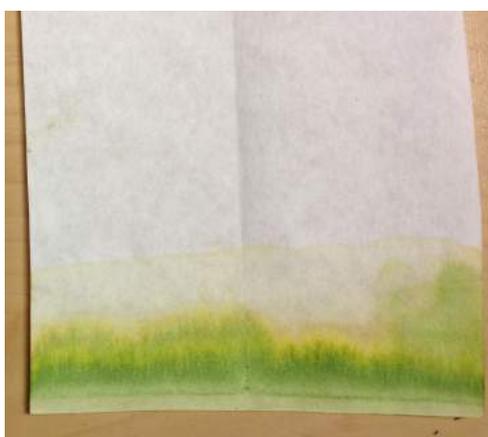


Imagen 50: Resultados de la cromatografía con alcohol como disolvente

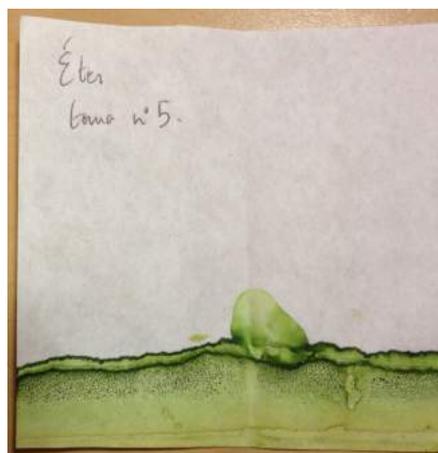


Imagen 51: Resultados de la cromatografía con éter como disolvente

¿En qué medida las decisiones tomadas por Nicolás II durante la Primera Guerra Mundial influyeron en la caída del zarismo?

Sara Fernández de los Muros Fernández



Plan de investigación

En este trabajo investigaré en qué medida las decisiones que tomó el zar Nicolás II durante la Primera Guerra Mundial influyeron en el estallido de la Revolución rusa, lo que puso fin a la dinastía Romanov y al zarismo. La Rusia zarista, y en particular la caída de los Romanov, es un tema que me ha interesado desde siempre y nunca lo he estudiado en la asignatura de Historia, así que decidí averiguar cuáles fueron las causas detonantes de la abdicación de Nicolás II.

El método empleado será el estudio de una bibliografía especializada de diferentes autores para la posterior comparación de los efectos de las decisiones del zar.

Se emplearán los capítulos ‘La caída del zarismo: Alejandro III y Nicolás II’ y ‘Guerra y revolución’ del manual *La Rusia de los Zares* de Alejandro Muñoz-Alonso, y el capítulo ‘La caída de los Romanov (1914 – 1917)’ del manual *Historia de Rusia en el siglo XX* de Robert Service. También se utilizará el capítulo ‘On the eve’ de la monografía *Russian Moderates and the Crisis of Tsarism, 1914-17* de Raymond Pearson y ‘Introduction’ de *Russia's First World War: A Social and Economic History* de Peter Gatrell, además del ensayo *What Part did the War Play in the Tsar's Downfall?* de Melissa Janda.

Resumen de la información encontrada

Nicolás II ascendió al trono el 1 de noviembre de 1894.

El 23 de julio de 1914, Austria-Hungría acusó a Serbia del asesinato del heredero del Imperio y Nicolás II, lleno de entusiasmo patriótico, decidió movilizar el ejército para apoyar a Serbia contra Austria-Hungría y Alemania, dando comienzo así a la Primera Guerra Mundial.

El zar decidió permanecer en el cuartel general de Mogilev para liderar personalmente a las tropas,²²⁰ lo que le aisló de lo que pasaba en la capital, donde se quedó su mujer Alejandra como figura representante.²²¹

Uno de los primeros problemas sociales y políticos provocados por la guerra fue la escasez de alimentos en las ciudades, ya que iban dirigidos a los soldados en el frente. A esto se añade la inadecuación de la red ferroviaria, la rápida inflación que sufrió la moneda rusa y la disminución de producción industrial, que de nuevo se dedicó exclusivamente a la fabricación de armamento, contando con cuatro quintas partes del capital dedicado a la inversión industrial.²²²

A pesar de contar con alimentos, la población militar también se encontraba en penosas condiciones. El número de soldados rusos era menor que el de Alemania y además, tenían escasez de armamentos. También hay que añadir que contrajeron enfermedades como el cólera o el tifus, adquiridas mediante los cadáveres en proceso de descomposición que se quedaban en las trincheras.²²³

El panorama político empezó a desmoronarse cuando en noviembre de 1914, el zar ordenó el arresto de los diputados marxistas, que se oponían a la guerra.²²⁴

220 Pearson, R (1977). Pág. 117.

221 Nicolás II no era un hombre interesado especialmente en la política, su objetivo era mantener el absolutismo de su padre, Alejandro III. Al contrario, su esposa de origen alemán Alejandra Fiódorovna mostraba mayor interés en la política y tenía una gran influencia sobre su marido a la hora de tomar decisiones. Ella estaba a su vez influenciada por Grigori Yefimovich Rasputín, ya que creía que era un “hombre de Dios” que podía curar la hemofilia de su hijo Aleksis, su único hijo varón y, por lo tanto, el heredero al trono. Rasputín era defensor de la monarquía autoritaria y debido a su influencia, el poder de la Duma fue aún más restringido. (Muñoz-Alonso, A. (2007). Pág. 422).

222 Mints, I.I. (1967), pág. 325. Citado en Service, R. (1997). Pág. 46.

223 Janda, M. (2011). *What part did the War play in the Tsar's downfall*
http://www.allrussias.com/essays/2011/Melissa_Janda.pdf (Consultado el 6 de enero de 2016).

224 McKean, R. (1990), pp. 380 – 385. Citado en Service, R. Op. cit. Pág. 47.

En 1915, se les concedió la responsabilidad del Parlamento a los ministros de la Duma,²²⁵ quienes propusieron una monarquía parlamentaria a la que Nicolás II se negó rotundamente.²²⁶ Esto condujo a la destitución del primer ministro y al nombramiento de Boris Stümer, conocido por su autoritarismo y su supuesta corrupción.²²⁷ En este mismo año se planeó un golpe de Estado que no se efectuó por parte de líderes políticos de la oposición.

En cuanto a la crisis industrial, en 1915 Nicolás II permitió la creación de comités de la industria bélica y creó el Zemgor²²⁸, pero a ninguna de estas dos instituciones se les permitió tomar iniciativas a la hora de actuar.

En 1916 la situación rusa mejoró militarmente cuando el general Brusilov puso en práctica tácticas ofensivas que acabaron con la supuesta invencibilidad alemana.²²⁹ Entonces, los generales y los empresarios se atribuyeron como éxito propio la remontada rusa y la Ojrana – la policía secreta del régimen zarista – se llenó de informes sobre el descontento con la monarquía.²³⁰ La Duma propuso entonces la creación de un «gobierno de confianza pública» formado por dirigentes liberales que actuasen en caso de que se estallase una crisis revolucionaria, pero el zar rechazó la propuesta.

Los campesinos y obreros empezaron a manifestarse de forma activa contra la monarquía debido a que las reformas de los manifiestos de febrero y octubre no habían mejorado su nivel de vida, siendo una de las más notables la huelga en la fábrica de armamentos de Putilov el 22 de febrero de 1917.

Esta situación no alteró a Nicolás II hasta el 26 de febrero, cuando los obreros ya contaban con el armamento prestado por parte de algunos soldados, comenzando así la Revolución de febrero²³¹. La antipatía hacia el régimen

225 A raíz de la guerra ruso-japonesa de 1904, el pueblo ruso se manifestó pacíficamente en el Palacio de Invierno de San Petersburgo pidiendo una asamblea constituyente, el sufragio universal y las libertades individuales. Estas manifestaciones pacíficas acabaron de manera violenta el “Domingo sangriento” cuando la Guardia Imperial asesinó a unos 150 manifestantes. Esto rompió el vínculo que había tenido siempre el pueblo ruso con el zar y Nicolás II se vio obligado a pronunciar dos manifiestos: el de febrero, en el que mantenía que se seguiría aplicando la autocracia; y el de octubre, en el que impulsó la creación de la Duma, el Parlamento ruso, aunque sin atribuirle la categoría de Asamblea constituyente o considerarlo el inicio de una monarquía constitucional. (Muñoz-Alonso, A. Op. cit. pp. 401 – 406).

226 Gatrell, P. (2005). Pág. 6.

227 El nombramiento de Stümer fue iniciativa de la zarina y Rasputín, lo que hizo que tanto la zarina (que fue referida despectivamente como «esa mujer alemana» por Miliukov) como el régimen zarista ganase aún más antipatía. (Muñoz-Alonso, A. Op. cit. Pág. 428.)

228 El Zemgor era un organismo central formado por los consejos municipales y los zemstvos provinciales con el fin de mejorar los servicios médicos en el frente. (Service, R. Op. cit. Pág. 48).

229 Stone, N. (1998), pág. 240, 247. Citado en Service, R. Op. cit. Pág. 48.

230 Pearson, R. Op. cit. pp. 125 – 126.

231 Una vez había abdicado el zar, el gobierno provisional permitió la repatriación de exiliados políticos entre los que se encontraba el dirigente bolchevique Lenin, quien era un gran defensor

se extendió por las provincias y el portavoz de la Duma Mijail Rodzyanko recomendó al zar abdicar.

El 2 de marzo Nicolás II abdicó y el 17 de julio de 1918 fue asesinado junto a su familia por los bolcheviques.

Evaluación de las fuentes

En primer lugar, se ha utilizado el capítulo ‘La caída de los Romanov (1914 – 1917)’ del manual *Historia de Rusia en el siglo XX* de Robert Service, profesor de Historia de Rusia y Ciencias Políticas en la Universidad de Oxford. El propósito de este libro es ofrecer una extensa pero concisa visión de Rusia durante el convulso siglo XX, desde Nicolás II hasta Yeltsin, analizando las causas y consecuencias políticas, económicas y sociales de los acontecimientos históricos.

El valor de esta fuente reside en su origen: es una fuente secundaria escrita en 1997, por lo que contiene mucha información recopilada durante todo el siglo, permitiendo así tejer un manual con una gran cantidad de datos históricos que además son analizados. Sin embargo, contiene la limitación de que su enfoque está hecho desde una perspectiva liberal que se opone tanto al zarismo como al comunismo, lo cual provoca que su análisis sea parcial en ocasiones.

Además, se ha utilizado otra fuente secundaria: los capítulos ‘La caída del zarismo: Alejandro III y Nicolás II’ y ‘Guerra y revolución’ del manual *La Rusia de los Zares*. Su autor, Alejandro Muñoz-Alonso, es senador por Madrid del Partido Popular y Licenciado de Derecho y Ciencias Políticas. Además, es un periodista apasionado de la Historia, por lo que analiza el pasado para explicar la política actual. El propósito de este manual es presentar un completo análisis de los diferentes zares, tanto sus vidas personales como sus gobiernos, desde Iván IV “El Terrible” hasta Nicolás II.

Este libro fue escrito en 2007 y contiene una gran cantidad de fuentes, incluyendo fragmentos de monografías de otros historiadores e incluso fuentes primarias como cartas escritas por los zares. Esto le proporciona un gran valor ya que los datos son precisos y la información está contrastada. Sin embargo, está enfocado hacia la política y la diplomacia, por lo que su limitación

de las teorías marxistas y de la dictadura del proletariado y, de hecho, puso en práctica esta última. Esto provocó una segunda revolución en octubre de 1917 que desembocaría en una guerra civil entre bolcheviques y sectores que apoyaban a la monarquía o a la república parlamentaria que duró desde 1918 y 1921. Cuando la guerra acabó, se creó la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), de la cual Lenin se convertiría en su líder.

es el análisis en menor medida de los aspectos económicos, sociales y culturales.

Análisis

El reinado de Nicolás II fue probablemente uno de los reinados más tumultuosos del zarismo, ya que consiguió poner en contra de la monarquía hasta a la nobleza. El monarca no tenía el suficiente carisma ni la voluntad para gobernar, por lo que siempre estuvo muy influenciado por sus ministros y su mujer, que a su vez estaba influenciada por Rasputín. Comparado en ocasiones con Luis XVI de Francia, Nicolás II no era capaz de ver que un régimen como el zarista debía adaptarse a los tiempos modernos si quería sobrevivir y siguió gobernando de manera absolutista al igual que su padre, Alejandro III.²³²

El descontento de los campesinos comenzó cuando no guardó luto por los muertos el día de su coronación²³³. Cuando Rusia decidió participar en la Gran Guerra, Nicolás II volvió a ganar simpatía ya que afrontó con entusiasmo patriótico y optimismo este conflicto previsto de corta duración y con una victoria rusa sobre Alemania. Sin embargo, tanto Witte, antiguo Ministro de Exteriores, como Rasputín habían intentado convencerle de que “esta guerra es una locura. Le ha sido impuesta al emperador por políticos tan torpes como poco previsores”.²³⁴

Durante la guerra, los alimentos escaseaban en las ciudades y los campesinos volvieron a sentir antipatía hacia la monarquía. Dejaron de vender sus productos debido a la inflación de la moneda, hundiendo así la economía, que se intentó restaurar mediante créditos por parte de los aliados rusos sin éxito.²³⁵ Al mismo tiempo, la escasez de armamentos en el frente también condujo a que los soldados empezasen a rechazar al zar.

La crisis política comenzó cuando el zar decidió trasladarse al cuartel de Mogilev. Para algunos historiadores como Carrère d'Encausse, Riasanovsky y Florinsky, la creación de la Duma en 1905 convirtió a Rusia en una monarquía constitucional, mientras que otros historiadores como Muñoz-Alonso argumentan que esta institución no poseía libertad de acción debido a que el zar

232 Riasanovsky, N. (1987). Pág. 428. Citado en Muñoz-Alonso, A. Op. cit. Pág. 373.

233 El 18 de mayo de 1896 se celebró la coronación de Nicolás II en Khodynka, donde una multitud de personas quiso presenciar el evento. Desgraciadamente, en el terreno en el que se celebró aún había fosas y trincheras cavadas y se produjeron muertes tanto por caer en las fosas como por la avalancha que se formó al cundir el pánico. (Muñoz-Alonso, A. Ibid. Pág. 376).

234 Muñoz-Alonso, A. Ibid. Pág. 425.

235 Volobuev, P. V. (1962). *Ekonomicheskaya politika*. Moscú. Pág. 365. Citado en Service, R. Op. cit. Pág. 46.

siempre rechazó la creación de una Constitución y cuando se trasladó a Mogilev, la zarina y Rasputín destituyeron y nombraron políticos prácticamente a su gusto, apoyando así gobiernos rechazados por el resto de parlamentarios.²³⁶

Esta represión del poder de la Duma junto con la detención de los diputados marxistas llevó a que en 1915 los representantes del Zegmor, de los comités de la industria y la oposición (Guchkov, Milyukov, Lvov y Kerenski) se planteasen dar un golpe de Estado que no se llevó a cabo por falta de voluntad.²³⁷ Este hecho ha sido interpretado por historiadores como Service no solo como suceso predecesor de la Revolución bolchevique en el ámbito político, sino también en la élite militar, que no denunció esta propuesta revolucionaria a la Orjana.

Además, en 1916 el general Brusilov llevó a cabo ofensivas que resultaron victoriosas, lo que conllevó la idea de que “se habían sobrepuesto a las dificultades de la guerra mucho mejor de lo que nadie habría esperado de ellos” (Service, 1997). A esta corriente se unieron los empresarios, ciudadanos de clase alta que no habían sufrido en primera persona las consecuencias de la guerra, pero que “llegaron a la conclusión de que tanto ellos como el conjunto del país estarían mejor sin los dictados impuestos por Nicolás II” (Service, 1997). Incluso el Consejo de la Nobleza se replanteó su lealtad al zar.

Esta acumulación de errores políticos y militares por parte de Nicolás II estalló en febrero de 1917 con la Revolución bolchevique, caracterizada por protestas violentas por parte de antiguos soldados de la guarnición de Petrogrado y los obreros de las fábricas de armamentos, alentados por el ideal de la dictadura del proletariado de Marx impulsada por Lenin. La huelga general del 24 de febrero de 1917 en Petrogrado seguida del amotinamiento de la guarnición militar de la capital alimentó la esperanza de los bolcheviques y aumentó la presión sobre el zar, que finalmente abdicó el 2 de marzo.

La Revolución de febrero fue seguida de una Revolución en octubre y de una posterior guerra civil que constituyó la caída del zarismo con el asesinato de Nicolás II el 17 de julio de 1918.

Conclusión

¿Qué hubiese pasado si Rusia no hubiese participado en la Gran Guerra? ¿Podría haber vuelto Lenin para liderar la revolución del proletariado? ¿Estaba la Rusia zarista en cualquier caso condenada a la extinción? La historiografía no se encarga de responder a estas preguntas, o al menos no directamente.

236 Muñoz-Alonso, A. Op. cit. Pág. 406.

237 Service, R. (1997). Op. cit. Pág. 48.

Tras realizar esta investigación, podemos determinar que las decisiones tomadas por Nicolás II durante la Primera Guerra Mundial jugaron un papel crucial en la caída del zarismo. La pasividad que mostró ante la crisis económica mientras él se encontraba en el frente y su rechazo a cualquier reforma para que no condujese a la democracia provocaron que la mayoría de la población participase en la Revolución bolchevique, que acabaría con su vida y con la monarquía rusa.

Sin embargo, no podemos afirmar que sin la guerra nunca se hubiese producido una revolución. El descontento pasivo hacia la monarquía estaba presente desde el principio de su reinado y se agravó en la Revolución de 1905. Además, hay que tener en cuenta que su falta de voluntad a la hora de gobernar y su conservacionismo no hubiesen permitido una modernización del régimen en un siglo lleno de cambios y avances.

Fuentes

Manuales

- Muñoz-Alonso, A. (2007). La caída del zarismo: Alejandro III y Nicolás II. En *La Rusia de los Zares*. Madrid: Espasa Calpe. (pp. 352 – 387).
- Muñoz-Alonso, A. (2007). Guerra y revolución. En *La Rusia de los Zares*. Madrid: Espasa Calpe. (pp. 388 – 435).
- Service, R. (1997). La caída de los Romanov (1914-1917). En *Historia de Rusia en el Siglo XX*. Barcelona: Crítica. (pp. 43 – 57).

Monografías

- Gatrell, P. (2005). Introduction. En *Russia's First World War: A Social and Economic History*. Londres: Routledge. (pp. 1 – 16).
- Pearson, R (1977). The 'Storm-signal of Revolution'. En *The Russian Moderates and the Crisis of Tsarism, 1914-1917*. Nueva York: Barnes & Noble Books. (pp. 99 – 123).
- Pearson, R (1977). On the Eve. En *The Russian Moderates and the Crisis of Tsarism, 1914-1917*. Nueva York: Barnes & Noble Books. (pp. 124 - 139).

Ensayos

- Janda, M. (2011). *What part did the War play in the Tsar's downfall?* http://www.allrussias.com/essays/2011/Melissa_Janda.pdf (Consultado el 6 de enero de 2016).

¿Cuál fue la posición del Episcopado español ante la Guerra Civil?

María González Rollán



Plan de investigación

En La Guerra Civil Española (1936-1939), dividió la sociedad española en los que apoyaban al bando nacional o al republicano. Ante este hecho, la Iglesia también manifestó su posición. Para deducirla, me centraré en el papel de los obispos españoles durante este periodo, analizando por qué decidieron respaldar a uno de los bandos.

El método que emplearé en mi investigación es estudiar el trato que recibió la Iglesia durante la dictadura de Primo de Rivera y la Segunda República, después analizaré la “Carta colectiva de los Obispos españoles a todo el mundo con motivo de la guerra de España” de 1937, que justificaba la posición de este colectivo ante el conflicto. Luego, examinaré los artículos publicados por la prensa de los bandos enfrentados referentes a la carta. También utilizaré las fuentes de la historiografía, de Hilari Raguer entre otros. Y finalmente, contrastando la información de todas las fuentes, redactaré una conclusión determinando la posición del Episcopado español en el conflicto.

Resumen de la información encontrada

Antes de 1936

Tras el golpe de Estado de 1923 de Primo de Rivera, la Iglesia comenzó su apoyo a la dictadura, beneficiándose de las políticas religiosas del dictador, que, entre otros aspectos, dejaba a la institución controlar la educación española²³⁸.

Segunda República Española (1931-1939)

Las elecciones de abril de 1931 y la Segunda República fueron bien acogidas por numerosos católicos. Pero el Episcopado recibió estos acontecimientos como una amenaza²³⁹, porque se estaba expandiendo un movimiento anticlericalista, cuyo objetivo era lograr que la Iglesia dejara de tener poder público.²⁴⁰

Este anticlericalismo fue respaldado en cierta medida por la Constitución de 1931²⁴¹, proclamando a España como Estado laico (Artículo 3º), prohibiendo tener privilegios por pertenecer a un grupo social determinado (Artículo 25º), suspendiendo las ayudas económicas (Artículo 26º) y defendiendo la libertad de culto en el ámbito privado (Artículo 27º) y el acceso a una educación laica (Artículo 48).

238 RAGUER, Hilari. (1977). *La espada y la cruz, la Iglesia 1936-1939*. Barcelona: Editorial Bruguera. p. 9-16.

239 RAGUER, Hilari. (1977). *Ibid.* p. 17-19

240 CASANOVA, Julián. (2001). *La Iglesia de Franco*. Madrid: Editorial Crítica. Págs. 14-17

241 *Constitución española de 1931*. Consultado el 23 de diciembre de 2015, en http://www.congreso.es/constitución/ficheros/históricas/cons_1931

Carta del 1 de julio de 1937.²⁴²

Este documento lo redactó el cardenal Isidro Gomá respondiendo a una petición de Franco, a quien consideraba “Jefe del Estado”²⁴³.

La carta, dividida en nueve partes, pretendía explicar la situación de conflicto, marcar la posición del Episcopado y pedir el apoyo de la Iglesia en el extranjero.

Para ello, comenzaba con las razones y el propósito del documento. A continuación, defendía que sólo podían apoyar al bando sublevado al ser el único camino hacia la paz e insistía en que la Iglesia no fue la que provocó la guerra. Además, asociaba el concepto de “Cruzada” al conflicto, que el papa Pío XI no llegó a aceptar por no promover la Paz entre bandos²⁴⁴.

Luego exponía los acontecimientos anteriores a la guerra, el Golpe de Estado y describía el nacionalismo, el peligro comunista y declaraba a la Iglesia como víctima del conflicto negando que ésta ejerciese control sobre la población.

Finalmente, firmaban la mayoría de los obispos, menos Francesc Vidal i Barraquer (Tarragona)²⁴⁵, Mateo Múgica (Vitoria) y Francisco Javier de Irastorza Loinaz (Orihuela)²⁴⁶.

Repercusión

Ante la publicación de la carta, aparecieron artículos de prensa de ambos bandos²⁴⁷ refiriéndose a ella.

242 GOMÁ, ISIDRO, et al (01/07/1937). *Carta colectiva de los Obispos españoles a todo el mundo con motivo de la guerra de España*. Consultado el 29 de diciembre de 2015, en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10005015128>

243 La carta pastoral de 1937 y el congreso eucarístico de Budapest. Consultado el 29 de diciembre de 2015, en <http://www.mundolaico.com/textos/historia/goma04.php>

244 AMELA, VÍCTOR M. (2007). *Muchos obispos son neofranquistas*. Consultado el 29 de diciembre de 2015, en <http://lescontres.blogspot.com/2009/01/hilari-raguer-monje-de-montserrat-e.html>

245 CASANOVA, JULIÁN. (2001). op cit. p. 70-73

246 RAGUER, HILARI. (1977). op cit. p. 76-77

247 PALOMAR BARÓ, EDUARDO. *La prensa en los primeros días del Alzamiento*. Consultado el 24 de diciembre de 2015, en http://www.fnff.es/La_prensa_en_los_primeros_dias_del_Alzamiento_1309_c.htm

Entre los publicados por periódicos republicanos están los de *La Vanguardia*²⁴⁸, *La Libertad*²⁴⁹ y *El Socialista*²⁵⁰. Los aspectos que tienen en común son el grado de indignación reflejado (“se siente indignación, repugnancia en una palabra”²⁵¹), enfatizan que el Episcopado los acusa de bolcheviques, por no apoyar a Franco, y criminales, cuando la Iglesia colaboró con los sublevados en la persecución de sacerdotes vascos²⁵². Advierten que el anticlericalismo presente en la época apareció como consecuencia de la “intolerancia” eclesiástica y destacan que la publicación de la carta supone un desprestigio para la Iglesia católica.

Entre otros pertenecientes a la prensa de los sublevados, están los artículos de *El Defensor de Córdoba*²⁵³ y *Pensamiento Alavés*²⁵⁴. Ambos artículos coinciden en su opinión sobre el hecho de que el Episcopado publicase la carta, es un acto de valentía y firmeza; y que es un documento en el que el Episcopado expone todo lo que tenía y debía decir sobre la guerra. También hacen hincapié en la verdad de la situación y su difusión, mencionando que la carta la transmitía y que fue escrita en servicio de la justicia. Enfatizan la “profunda

248 LA VANGUARDIA (28/09/1937). *La opinión del mundo católico*. La Vanguardia. Nº 22 946. p. 1. Consultado el 25 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.lavanguardia.com/edition.html?edition=Ed.%20General&bd=28&bm=09&by=1937&ed=28&em=09&ey=1937>

249 LA LIBERTAD (12/09/1937). En una “carta colectiva”, los obispos españoles se dirigen al extranjero para denigrarnos. *La Libertad*. Nº 5455, p. 4. Consultado el 25 de diciembre de 2015, en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=11000230045>

250 EL SOCIALISTA (20/08/1937) *Los obispos españoles reiteran su complicidad con los sublevados*. *El Socialista*. Nº 8 548, p. 4. Consultado el 25 de diciembre de 2015, en <http://archivo.fpabloiglesias.es/index.php?r=hemeroteca%2FEISocialista&HemerotecaDAO%5Bpublication%5D=&HemerotecaDAO%5Bday%5D=20&HemerotecaDAO%5Bmonth%5D=08&HemerotecaDAO%5Byear%5D=1937&yt0=>

251 EL SOCIALISTA. *Ibíd.*

252 La persecución a la que hago referencia es a la de miembros del clero vascos considerados “peligrosos” que fueron asesinados, encarcelados y perseguidos. Un artículo de prensa referente a este hecho es *Fusilamientos de religiosos vascos sin formación de causa: Ciento treinta sacerdotes detenidos*. Artículo en: LA VANGUARDIA (18/02/1937) *Fusilamientos de religiosos vascos sin formación de causa: Ciento treinta sacerdotes detenidos*. La Vanguardia. Nº 22 756 p.6. Consultado el 25 de diciembre de 2015 en: <http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/1937/02/18/pagina-6/33127348/pdf.html>

253 EL DEFENSOR DE CÓRDOBA. (07/08/1937). *La Carta del Episcopado*. *El defensor de Córdoba*. Nº 12 549, p1. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10002013473>

254 PENSAMIENTO ALAVÉS. (06/08/1937). *El Episcopado español ante la guerra*. *Pensamiento Alavés*. Nº 1 402, p 1. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/resultados_ocr.cmd?posicion=1&formato_fechapublicacion=dd%2FMM%2Fyyyy&tipoResultados=NUM&forma=ficha&id=150213

emoción” que sentirían al leerla los demás cristianos del mundo. Luego, explican que no apoyar al bando nacional, significaba ser “antiespañol” y “anticristiano” y no favorecer la tranquilidad de España. Y finalmente, ruegan la difusión de la verdad, que era lo narrado por el Episcopado en la carta.

Después de la publicación de la carta, el Episcopado español recibió cartas que también fueron publicadas por la prensa²⁵⁵. En ellas, manifestaban su apoyo y explicaban que estaban completamente de acuerdo con difundir la verdad que expresaba el Episcopado español para alcanzar el orden en España.

Evaluación de las fuentes

La fuente A es la carta del Episcopado español²⁵⁶ del uno de julio de 1937, es el documento central de mi investigación porque expone la opinión de la mayoría de los obispos españoles sobre la guerra de 1936-1939.

El propósito del documento, escrito por Isidro Gomá obedeciendo una petición de Franco, era difundir la “verdad” desde el punto de vista de la Iglesia, que consistía en manifestar que estaba siendo perseguida por el bando republicano y que para lograr la paz en España era necesario respaldar a los nacionalistas.

El valor de este documento es que permite conocer con exactitud cuál fue la posición de la mayoría de los obispos durante la Guerra Civil y su percepción sobre los movimientos comunista y nacionalista.

Pero el hecho de la carta respondiera a una solicitud de Franco, es una limitación, porque esto pudo forzar a algunos obispos a firmar la carta por miedo a las consecuencias, menos Barraquer (Tarragona)²⁵⁷, Múgica (Vitoria) e Irastorza (Orihuela)²⁵⁸ que no firman. Un ejemplo de esto pudo ser Fidel García

255 ABC SEVILLA (05/10/1937). *Dos supremos jefes de la Iglesia en Francia y en Inglaterra reiteran su entrañable solidaridad con los católicos españoles víctimas de la República y la Revolución soviética*. ABC Sevilla. Nº 10 716 p. 11. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/10/05/011.html>

ABC SEVILLA (05/02/1938). *Eclos universales de la carta del Episcopado español*. ABC Sevilla. Nº 10 822, p 11. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1938/02/05/014.html>

ABC SEVILLA (26/11/1937). *El mundo católico está con nosotros*. ABC Sevilla. Nº 10 761, p 13. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/11/26/013.html>

256 GOMÁ, ISIDRO, et al. op cit.

257 CASANOVA, JULIÁN. (2001). op cit. p. 70-73

258 RAGUER, HILARI. (1977). op cit. p. 76-77

Martínez (Calahorra), quien fue crítico con la ideología fascista pero que firmó la carta²⁵⁹. Además, los datos publicados en ella pudieron ser manipulados, como por ejemplo el que menciona que más de 300 000 religiosos fueron asesinados, dato que habrá sido modificado dado que durante los tres años de guerra se calcula que murieron unas 450 000 personas.²⁶⁰

Como fuente B, he empleado el libro titulado *La espada y la cruz*²⁶¹, de Hilari Ragner. Su escritor es un historiador especializado en la historia contemporánea de la Iglesia, además de monje en el monasterio benedictino de Montserrat.

Algo que le atribuye valor a su obra, es que naciera en 1928²⁶², por lo que también puede aportar su visión de la guerra. Aunque este aspecto puede ser una limitación, al tratarse de un recuerdo que vivió cuando tenía apenas diez años pudiendo haberse modificado con el paso del tiempo.

La espada y la cruz es una obra cuyo propósito es explicar cómo se comportó y fue tratada la Iglesia durante la Guerra Civil. Para ello, comienza refiriéndose a los privilegios que tuvo durante la dictadura de Primo de Rivera y el papel que ejerció en la Segunda República.

La limitación del libro para mi investigación es que no se centra en la carta de 1937 y su repercusión, a la que hay dedicado un capítulo²⁶³, sino que expone todos los acontecimientos sucedidos en la Guerra Civil.

En conclusión, esta obra la he utilizado para ver la situación de la Iglesia en los años anteriores al conflicto e informarme mejor sobre la carta del Episcopado.

Análisis

Para entender la posición del Episcopado español ante la guerra hay que considerar lo ocurrido en la dictadura de Primo de Rivera y la Segunda República.

259 BEDOYA, JUAN G. (26/10/2008) "*Canallada*" a un obispo. El País. Consultado el 27 de diciembre de 2015, en

http://elpais.com/diario/2008/10/26/domingo/1224993155_850215.html

260 GIL ANDRÉS, CARLOS (2014). *Españoles en guerra: la Guerra Civil en 39 episodios*. Barcelona: Ariel. p. 100

261 RAGUER, HILARI (1977) op. cit. p 7-19 y 72-85.

262 RAGUER, HILARI (13/10/2010). *Acerca de Hilari (Ernesto) Ragner Suñer*. El Blog de Hilari Ragner. Consultado el 28 de diciembre de 2015, en <http://blogs.periodistadigital.com/hilari-ragner.php/2010/10/13/sobre-el-autor-hilari-ragner-suner>

263 RAGUER, HILARI (1977) op. cit. p. 72-75

Primo de Rivera apoyó a la Iglesia en casi todos los aspectos, durante su mandato dio una gran importancia a la religión en el ámbito educativo, obligando a maestros y alumnos a acudir a misa. Un aspecto en el que había diferencias entre la Iglesia y el dictador fue la financiación del clero, pero poco después de que se encontrara una solución, se proclamó la Segunda República y en consecuencia, la eliminación de toda ayuda económica que recibiera o fuese a recibir la Iglesia.²⁶⁴

La llegada de la República y la Constitución limitaron el poder que tenía la Iglesia. Entonces, esta se dividió, muchos católicos acogieron la República con esperanza, mientras que otros consideraron que era un peligro para la posición de la Iglesia, ya que con la Constitución de 1931 disminuiría su poder. Expresó su preocupación por la posición de la Iglesia en la República Isidro Gomá²⁶⁵, quien escribió más tarde la carta del Episcopado español y que fue firmada por todos los obispos menos por Barraquer (Tarragona)²⁶⁶, Múgica (Vitoria) e Irastorza (Orihuela)²⁶⁷.

Con el comienzo de la Guerra Civil los religiosos, que se sintieron amenazados durante la República, vieron en el bando nacional la oportunidad de volver a recuperar el poder que habían perdido y eliminar el movimiento anticlericalista que provocaba la quema de algunos templos y persecución de religiosos. Esto pudo influir cuando Franco pidió al cardenal Gomá la publicación de una carta referente a la guerra, quien no dudó en escribirla.²⁶⁸

“Mientras en la España marxista se vive sin Dios, en las regiones indemnes o reconquistadas se celebra profusamente el culto divino y pululan y florecen nuevas manifestaciones de la vida cristiana” (GOMÁ, ISIDRO. et. al, 1937).

Este fragmento de la carta²⁶⁹ refleja el sentimiento de la mayoría del Episcopado español. Transmite la idea de que pertenecer al bando nacionalista significaba poder alcanzar la paz, y también se hace referencia a la “reconquista”, a la “cruzada”.

Pero lo que no se menciona en ningún momento en el documento es la persecución y asesinato de sacerdotes que no apoyaban a los franquistas²⁷⁰, un

264 MARTÍ GILABERT, Francisco. (1993). *La Iglesia y la Dictadura de Primo de Rivera (1923-1929)*. Anuario de Historia de la Iglesia, N° 2, p. 161-173. Consultado el 23 de diciembre de 2015, en dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1209400.pdf

265 RAGUER, Hilari. (1977). *Ibíd.* p. 17-19

266 CASANOVA, JULIÁN. (2001). *op cit.* p. 70-73

267 RAGUER, HILARI. (1977). *op cit.* p. 76-77

268 GIL ANDRÉS, CARLOS (2014). *Espanoles en guerra: la Guerra Civil en 39 episodios*. Barcelona: Ariel. p. 94-100

269 GOMÁ, ISIDRO, et al. *op cit.*

270 RAGUER, Hilari. (2010). *La memoria histórica de la Iglesia Española*. Pliegos de Yuste,

acontecimiento también publicado en periódicos con diferencias según su ideología, los republicanos nombraban responsables a los sublevados²⁷¹ y los nacionalistas no reconocían la persecución de este colectivo²⁷².

Después de la publicación de la carta, junto a las respuestas que el Episcopado español fue recibiendo, se reafirmaba en la posición de apoyo a los sublevados. Cada una de estas respuestas tenía un enfoque diferente, por ejemplo, la de EEUU manifestaba que no quería una dictadura en España aunque prefería posicionarse del lado de los nacionalistas²⁷³. Por otro lado, estaba la respuesta de los obispos de París y Westminster²⁷⁴, que apoyaba incondicionalmente las acciones que realizara el Episcopado español. También están las respuestas de los episcopados de México²⁷⁵, Irlanda²⁷⁶, Paraguay²⁷⁷, entre otros.

Pero una característica común es que las cartas apelan a las emociones. Para referirse a la que envió Paraguay lo hace de esta manera, “esta carta (...) tiene para nosotros la doble emoción fraternal”, llamando la atención del lector, lo que podría tener el efecto de que se sintiera y mantuviese cercano al bando nacionalista.

A pesar de no encontrar publicadas estas cartas en prensa republicana, un artículo que se puede considerar relevante sobre las autoridades eclesíásticas es la reacción a la muerte del papa Pío XI, quien no llegó a apoyar al bando nacionalista, alabando sus intentos de promover la paz.²⁷⁸ Este hecho de-

nº 11-12, p 49-51.

271LA VANGUARDIA (18/02/1937) op. cit.

272 ABC SEVILLA (17/01/1937). *Sacerdotes asesinados y desterrados*. ABC Sevilla. Nº 10 494, p. 11-12. Consultado el 25 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/01/17/001.html>

273ABC SEVILLA (05/02/1938). op. cit.

274ABC SEVILLA (05/10/1937). op. cit.

275 ABC SEVILLA (31/10/1937). *Solidaridad católica universal*. ABC Sevilla. Nº 10 739, p 21. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/10/31/001.html>

276 EL PROGRESO (27/11/1937). *El mundo católico está con nosotros*. El Progreso. Nº 12 933, p.3. consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10003103931>

277 ABC SEVILLA (26/11/1937). *El mundo católico está con nosotros*. ABC Sevilla. Nº 10 761, p. 13. Consultado el 26 de diciembre de 2015, en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/11/26/003.html>

278ESPAÑA DEMOCRÁTICA. (17/02/1939). *La muerte del papa Pío XI*. España Democrática. Nº 93, p. 3. Consultado el 27 de diciembre de 2015, en http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/resultados_ocr.cmd?posicion=1&formato_fechapublicacion=dd%2FMM%2Fyyyy&tipoResultados=NUM&forma=ficha&id=151685

muestra que el bando republicano no era anticristiano, en contra a lo que predicaba el episcopado en la carta de 1937.

Conclusión

Después de estudiar los hechos relacionados con el Episcopado, podemos concluir que en su mayoría apoyó al bando nacionalista. Esto se pudo determinar por dos factores, por presión de Franco, o por intereses, ya que en la dictadura de Primo de Rivera la religión católica fue beneficiada. Y aunque la Iglesia se declarara víctima de la guerra, lo cierto es que contribuyó a la persecución de aquello que no estuviera a favor de los sublevados, como en el caso de los sacerdotes.

En conclusión, el Episcopado argumentó que el único camino para alcanzar la paz era respaldar a los sublevados a pesar de que implicara el uso de la violencia.

Fuentes y bibliografía

Fuentes primarias

Artículos de prensa

- ABC SEVILLA (17/01/1937). *Sacerdotes asesinados y desterrados*. ABC Sevilla. N° 10 494, p. 11-12. Consultado en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/01/17/011.html>
- ABC SEVILLA (31/10/1937). *Solidaridad católica universal*. ABC Sevilla. N° 10 739, p. 21. Consultado en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/10/31/021.html>
- ABC SEVILLA (05/10/1937). *Dos supremos jerarcas de la Iglesia en Francia y en Inglaterra reiteran su entrañable solidaridad con los católicos españoles víctimas de la República y la Revolución soviética*. ABC Sevilla. N° 10 716 p. 11. Consultado en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/10/05/011.html>
- ABC SEVILLA (26/11/1937). *El mundo católico está con nosotros*. ABC Sevilla. N° 10 761, p. 13. Consultado en <http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1937/11/26/013.html>
- ABC SEVILLA (05/02/1938). *Ecos universales de la carta del Episcopado español*. ABC Sevilla. N° 10 822, p. 11. Consultado en

<http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/sevilla/abc.sevilla/1938/02/05/014.html>

- EL DEFENSOR DE CÓRDOBA. (07/08/1937). *La Carta del Episcopado*. El defensor de Córdoba. N° 12 549, p1. Consultado en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10002013473>
- GOMÁ, ISIDRO, et al (01/07/1937). *Carta colectiva de los Obispos españoles a todo el mundo con motivo de la guerra de España*. Consultado en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10005015128>
- ESPAÑA DEMOCRÁTICA. (17/02/1939). *La muerte del papa Pío XI*. España Democrática. N° 93, p. 3. Consultado en http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/resultados_ocr.cmd?posicion=1&formato_fechapublicacion=dd%2FMM%2Fyyyy&tipoResultados=NUM&forma=ficha&id=151685
- LA LIBERTAD (12/09/1937). En una “carta colectiva”, los obispos españoles se dirigen al extranjero para denigrarnos. *La Libertad*. N° 5455, p. 4. Consultado en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=11000230045>
- EL PROGRESO (27/11/1937). *El mundo católico está con nosotros*. El Progreso. N° 12 933, p.3. Consultado en <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=10003103931>
- PENSAMIENTO ALAVÉS. (06/08/1937). *El Episcopado español ante la guerra*. Pensamiento Alavés. N° 1 402, p 1. Consultado en http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/resultados_ocr.cmd?posicion=1&formato_fechapublicacion=dd%2FMM%2Fyyyy&tipoResultados=NUM&forma=ficha&id=150213
- EL SOCIALISTA (20/08/1937) *Los obispos españoles reiteran su complicidad con los sublevados*. El Socialista. N° 8 548, p. 4. Consultado en <http://archivo.fpabloiglesias.es/index.php?r=hemeroteca%2FEI%2FSocialista&HemerotecaDAO%5Bpublication%5D=&HemerotecaDAO%5Bday%5D=20&HemerotecaDAO%5Bmonth%5D=08&HemerotecaDAO%5Byear%5D=1937&yt0=>
- LA VANGUARDIA (18/02/1937) *Fusilamientos de religiosos vascos sin formación de causa: Ciento treinta sacerdotes detenidos*. La Vanguardia. N° 22 756 p.6. Consultado el 25 de diciembre de 2015 en: <http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/1937/02/18/pagina-6/33127348/pdf.html>
- LA VANGUARDIA (28/09/1937). *La opinión del mundo católico*. La Vanguardia. N° 22 946. p. 1. Consultado en

<http://hemeroteca.lavanguardia.com/edition.html?edition=Ed.%20General&bd=28&bm=09&by=1937&ed=28&em=09&ey=1937>

- Documentos jurídicos.
- *Constitución española de 1931*. Consultado el 23 de diciembre de 2015, en http://www.congreso.es/constitución/ficheros/históricas/cons_1931

Bibliografía

Artículos

- BEDOYA, JUAN G. (26/10/2008) “*Canallada*” a un obispo. El País. Consultado en http://elpais.com/diario/2008/10/26/domingo/1224993155_850215.html
- MARTÍ GILABERT, Francisco. (1993). *La Iglesia y la Dictadura de Primo de Rivera (1923-1929)*. Anuario de Historia de la Iglesia, Nº 2, p. 161-173. Consultado en dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1209400.pdf
- PALOMAR BARÓ, EDUARDO. *La prensa en los primeros días del Alzamiento*. Consultado en http://www.fnff.es/La_prensa_en_los_primeros_dias_del_Alzamiento_1309_c.htm
- RAGUER, HILARI (13/10/2010). *Acerca de Hilari (Ernesto) Raguer Suñer*. El Blog de Hilari Raguer. Consultado en <http://blogs.periodistadigital.com/hilari-raguer.php/2010/10/13/sobre-el-autor-hilari-raguer-suner>
- RAGUER, Hilari. (2010). *La memoria histórica de la Iglesia Española*. Pliegos de Yuste, nº 11-12, p 49-51.

Libros

- CASANOVA, Julián. (2001). *La Iglesia de Franco*. Madrid: editorial Crítica. p. 14-17 y 70-73.
- GIL ANDRÉS, CARLOS (2014). *Espanoles en guerra: la Guerra Civil en 39 episodios*. Barcelona: Ariel. p. 94-100
- RAGUER, HILARI (1977) *La espada y la cruz, la Iglesia 1936-1939*. Barcelona: editorial Bruguera. p 7-19 y 72-85.

Entrevista

- AMELA, VÍCTOR M. (2007). *Muchos obispos son neofranquistas*. Consultado en <http://lescontres.blogspot.com/2009/01/hilari-raguer-monje-de-montserrat-e.html>

¿En qué medida cambió el sistema educativo español entre la II República y el régimen franquista? 1931-1945

Paloma Gonzalo de la Banda



Plan de investigación

Cuando leí la novela *Historia de una maestra* (Aldecoa, 1990), me impresionó ver cómo cambió la vida de una generación de maestras durante los años de la República, y cómo volvió a cambiar con la Guerra Civil y el régimen franquista. Esta lectura me llevó a plantearme en qué medida estos cambios afectaron a distintos aspectos del sistema educativo entre 1931 y 1945.

La II República española supuso un cambio para la mejora del sistema educativo, mediante la formación científica y pedagógica de los profesores, de la mejora de las aulas, de la coeducación, entre otras medidas importantes. La Guerra Civil supuso una ruptura con esa innovación, y afectó muy directamente a los maestros y a las escuelas.

Mi propósito es identificar los cambios en algunos aspectos básicos del sistema educativo (objetivos, legislación, universalidad, género, metodología, formación y carrera magisterial, instituciones relevantes e implicaciones religiosas) que entre 1931 y 1945 sufrieron las escuelas, porque creo que es muy importante para entender la evolución de la educación en España. Basaré la comparación en documentos originales y trabajos de diferentes historiadores.

Para organizar la información seguiré un orden cronológico: identificaré primero los elementos que caracterizan el sistema educativo en la etapa republicana (1931-1936). A continuación buscaré cómo afectaron a estos elementos

las decisiones educativas del franquismo, desde las zonas ocupadas durante la Guerra Civil (1938) hasta la Ley de Educación Primaria de 1945.

Resumen de la información encontrada

El proyecto educativo de la II República

Reformar la educación para hacerla más inclusiva y democrática fue un objetivo prioritario de la II República (G^a Albi, 2015:31). Los Gobiernos provisionales (14 de abril-9 de diciembre de 1931) aprobaron decretos urgentes ante la falta de plazas escolares: existían 32680 escuelas primarias y se necesitaban 27151 más. Crearon el Consejo de Instrucción Pública y aprobaron un plan para crear al menos 5000 escuelas por año, “depurar y acentuar la labor de las que ya existen”²⁷⁹, y mejorar las condiciones higiénicas, el mobiliario y el material didáctico para las existentes. Y también un ambicioso plan para mejorar la formación y la retribución de los maestros y maestras (Agulló Díaz, 2012:60).

Durante la II República creció la presencia de alumnas en todos los niveles educativos, y también en muchas carreras y profesiones, incluso tradicionalmente masculinas. Cada vez más mujeres estudian para ser maestras, un oficio que les da independencia (Sánchez de Madariaga, 2012:13-30).

Las propuestas de Lorenzo Luzuriaga y de Fernando de los Ríos estaban inspiradas en los movimientos de la Escuela Nueva y la Institución Libre de Enseñanza (ILE) (G^a Albi, 2015:80), que promovían métodos activos, cultura y reformas científicas y educativas. La Constitución de 1931, en sus artículos 48, 49 y 50, define la escuela primaria como “única, gratuita, laica y obligatoria”. Incluye la libertad de cátedra, las metodologías activas, la vinculación con el medio social y el respeto a las lenguas de cada comunidad (Agulló Díaz, 2012:57-58).

Las elecciones de 1933 y el llamado “bienio negro” suponen un retroceso. En 1936, la victoria del Frente Popular recupera el espíritu de reforma educativa, pero queda truncado por la Guerra Civil (Puelles, 2011:68).

279 Todas las referencias a la legislación educativa de la época pueden consultarse en: Consejería de Educación, Juventud y Deporte – Consejo Escolar de la Comunidad de Madrid. (2003). Educación y participación en Madrid. Una perspectiva Histórica. Capítulo 9. Leyes y Decretos de la II República. Consultada el 17 de enero de 2016, en http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadervalue1=filename%3Dparticipacion_10.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1158617688372&ssbinary=true

La educación franquista: una etapa de retroceso

El impacto de la guerra fue tan dramático en el ámbito educativo como en la vida del país (Jiménez Fraud, 1989:89). En 1938, la primera circular educativa franquista establecía “la función genérica y más importante del Nuevo Estado: el adoctrinamiento político masivo de la niñez en los valores nacional-católicos”, con la suspensión de la coeducación, la inclusión de la enseñanza de la religión y la exaltación del patriotismo en la escuela (Cámara, 1984:85).

En 1939 menos de la mitad de la población en edad escolar estaba escolarizada y un 25% de los escolarizados no asistía a las clases. Se hizo obligatoria la misa parroquial los días de precepto. Una comisión dictaminaba los libros de texto (Cámara, 1984:89). Se diferenciaba radicalmente la educación de los dos sexos, relegando a la mujer al hogar. Para los varones la vida tenía que “ser milicia”, y “la cultura específica de niñas debe buscar en todas sus disciplinas la formación de futuras madrecitas”. Había “una maestra especialmente dedicada a [...] las labores y las enseñanzas del hogar” (Cámara, 1984:88 y Peralta, 2012:141).

Los planes de 1938 no llegan a implantarse (Peralta, 2012:148). El segundo Ministro de Educación Nacional de Franco, José Ibáñez Martín (1939-1951), crea instituciones que sustituyen al Patronato de Misiones Pedagógicas para borrar “la acción nefasta que ha ejercido sobre los pueblos, desarrollando una labor antinacional por atea, marxista y extranjerizante” (Cámara, 1984:106). Se ilegalizó la ILE por “arrancar el sentimiento de piedad cristiana y amor a la patria” (G^a Albi, 2015:82).

La Ley de Educación Primaria de 1945 da prioridad a la doctrina católica (Cámara, 1984:103). Considera obligatoria la educación de 6 a 10 años, con formación religiosa, del espíritu nacional y “la lengua nacional” (suprime las otras lenguas maternas). La metodología será la “tradición pedagógica española”, adaptable a la “pedagogía moderna” (Peralta, 2012:205).

Los maestros recibían a partir de los 14 años en escuelas de Magisterio “formación cultural, religiosa, principios de la historia nacional, educación física y convivencia” (Peralta, 2012:228)²⁸⁰.

Evaluación de las fuentes

Sánchez de Madariaga, E. y otros. (2012). *Las maestras de la República*. Madrid: La Catarata. 270 páginas.

280Se incluyen citas completas y complementarias de toda la información de este Apartado B en la tabla comparativa del Anexo 1.

Este libro recoge las aportaciones presentadas en las Jornadas “Las maestras de la República. Una historia para el recuerdo”, organizadas por la Fundación Pablo Iglesias y FETE-UGT. Su propósito es contribuir a la investigación, al conocimiento y a la difusión de la historia de las maestras republicanas.

Su principal valor es que diez autores y autoras especialistas en historia de la educación contribuyen con artículos sobre aspectos concretos de la época incluyendo diferentes perspectivas y enfoques, y con referencia a trabajos de investigación y publicaciones propios y de otros autores. Todas las referencias son muy correctas y bien documentadas.

El tema en que se centra (las profesionales de la educación en la República) nos permite conocer muchos aspectos característicos del entorno educativo en la época (la formación, la coeducación, la organización escolar...) que son básicos para esta investigación. Su principal limitación podría ser que, al recoger ponencias de un encuentro organizado por dos instituciones vinculadas al Partido Socialista Obrero Español, la información podría contener un sesgo ideológico, aunque como contrapeso hay que decir que están representadas numerosas universidades y centros de estudio importantes.

Cámara Villar, G. (1984). *Nacional-catolicismo y escuela. La socialización política del franquismo*. Madrid: Hesperia. 420 páginas.

Esta obra es la tesis presentada por su autor en 1979 en la Facultad de Derecho de Granada, que recibió en Primer Premio Extraordinario del Doctorado en Derecho de su curso, y el Premio Nacional del Centro de Investigaciones Sociológicas de 1982.

Su propósito es documentar el proceso de socialización de niños y adolescentes en relación con las instituciones educativas en el régimen franquista. Para ello estudia la legislación de la época y también numerosos elementos de la ideología franquista que se implantan en la escuela. Su enfoque combina el Derecho y la Sociología.

Su principal valor es que detalla exhaustivamente los proyectos y las leyes que se fueron sucediendo durante la época que estudiamos y muchos datos cuantitativos y cualitativos sobre la población en edad escolar, los centros e instituciones educativas en todo el país, los diferentes niveles educativos, los planes de formación de los maestros, etc. Destaca la gran cantidad de citas textuales, tablas y anexos bien documentados sobre cada uno de los temas.

La única limitación que podemos encontrar para este trabajo es que su objetivo principal es analizar la influencia ideológica del franquismo en las instituciones educativas, lo que supone un enfoque diferente. No obstante, la

información sobre el sistema educativo que ofrece es sumamente completa, valiosa y objetiva.

Análisis

El objetivo de un sistema educativo condiciona la mayoría de las decisiones de sus responsables. Mientras para la II República la educación era prioridad, cuestión de Estado, compromiso social, impulso democrático, garantía de derechos ciudadanos y modernización del país (Sánchez de Madariaga, 2012:8), en el franquismo se buscaba el adoctrinamiento político y religioso en los valores nacional-católicos (Cámara, 1984:85).

La República pretende universalizar la educación y que tanto en entornos urbanos como rurales se construyan o rehabiliten escuelas suficientes para atender a todas las niñas y niños en edad escolar mediante planes anuales de construcción (Sánchez de Madariaga, 2012:95 y Cámara 1984:67-68). En el franquismo, a pesar de la escasa escolarización y asistencia, no se daba prioridad al acceso a la educación primaria, y el acceso a la secundaria y a la universidad era muy selectivo (Cámara, 1984:251). Esto perjudica especialmente a las alumnas y alumnos más desfavorecidos y del medio rural, que cuentan solamente con educación primaria.

La voluntad de coeducación de la República representaba incluir a las niñas en las escuelas, lo que hace aumentar en esta época el número de alumnas en todos los niveles educativos (Sánchez de Madariaga, 2012:13.30). En el franquismo se considera que la mitad de la población (las mujeres) debe orientarse hacia la maternidad y el cuidado doméstico, por lo que se reduce su acceso a los estudios superiores y profesionales (Cámara, 1984:88).

Los maestros de la república se formaban a partir de los 16 años con cursos metodológicos y prácticas remuneradas (Agulló, 2012:60); en el primer franquismo se formaban desde los 14 años en escuelas de magisterio con mucha menor exigencia (Peralta, 2012:228). Mientras en la II República los maestros se consideraban figuras de autoridad y habían ganado poder económico, en el primer franquismo se les subordinaba totalmente al poder político y eclesiástico. Muchos profesionales fueron represaliados o depurados, tuvieron que partir al exilio o no pudieron volver a ejercer su profesión (Sánchez de Madariaga, 2012:14 y Cámara, 1984:77).

La metodología innovadora y basada en la participación que promueve la República se pierde, así como la posibilidad de alfabetizar a las niñas y los niños en lenguas maternas diferentes del castellano. Se recurre al libro de texto para transmitir más eficazmente la doctrina (Cámara, 1984:89). El primer

franquismo promueve la “pedagogía tradicional nacional”, que requiere menos recursos (Cámara, 1984:89).

Varios historiadores señalan que la ley de 1945 contiene “soluciones mediocres, tanto para la enseñanza primaria como para la formación de maestros”, y lo atribuyen a dos causas. “En primer lugar, la situación económica y social de la postguerra tiene otras urgencias de reconstrucción nacional, que requieren adoptar medidas que supongan menos coste económico. En segundo lugar, los que buscan reconstruir la ‘nueva escuela’ desde los nuevos valores políticos e ideológicos, no son capaces de integrar innovaciones pedagógicas que, aunque no supongan contradicción en los planteamientos ideológicos y políticos, sí provocan el rechazo por identificarse con ‘los contrarios’” (Peralta, 2012).

En muy pocos años un sistema educativo inspirado en la innovación de la Institución Libre de Enseñanza pasa a depender de otras instituciones como la Falange que controla las organizaciones de profesores de todos los niveles educativos, y de la Iglesia a través de las congregaciones religiosas docentes (Cámara, 1984:123-124). En el proceso se pierde también la voluntad de laicismo y gana peso el adoctrinamiento católico (Puelles, 2011:68 y Cámara 1984:77 y 246).

Conclusión

Entre 1931 y 1945 muchas cosas cambiaron y volvieron a cambiar en la sociedad española y por lo tanto en su sistema educativo. La República abrió posibilidades para millones de personas (desde niñas y niños que pudieron tener un mejor acceso a una educación innovadora y participativa, hasta los profesionales que pudieron estar más formados, reconocidos y remunerados) que no llegaron a generalizarse, no sólo por las consecuencias de la Guerra Civil sino por falta de capacidad política del propio régimen republicano (un ejemplo muy claro es la incapacidad para construir escuelas al ritmo previsto en los planes educativos).

La diferencia de objetivos educativos entre ambos regímenes tuvo grandes efectos sobre el sistema: a las devastadoras consecuencias de la guerra se sumó la pérdida de capital humano por la muerte, exilio o depuración de los maestros. Esta marcha atrás tuvo consecuencias sobre la sociedad del momento y la sociedad futura, al tratarse de un sector tan estratégico.

Ambos sistemas tenían claro que la educación forma parte del proceso de desarrollo individual de las personas pero también del progreso colectivo de una sociedad. Pero en estos años que he analizado se rompe el proceso de transmisión del conocimiento acumulado por las generaciones anteriores. Esa

ruptura traumática con lo aprendido por la sociedad española hasta los años treinta del siglo XX supuso un retroceso en el ámbito metodológico y en el acceso al derecho a la educación.

La durísima *Historia de una maestra* es una ficción que nos permite entender la dramática historia que vivieron millones de personas en nuestro país en este período que hemos estudiado.

Fuentes

- Aldecoa, J.R. (1990). *Historia de una maestra*. Barcelona: Anagrama. 232.
- Cámara Villar, G. (1984). *Nacional-catolicismo y escuela. La socialización política del franquismo*. Madrid: Hesperia. 420.
- Capel Martínez, R. M^a. (2015). “¿Sin distinción de sexo? Mujeres y educación en España: de la Restauración a la Segunda República”. En A. De la Cueva y M. Márquez Padorno (Ed.). *Mujeres en vanguardia. La residencia de señoritas en su centenario (1915-1936)* (pp. 178-189). Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes. 400
- García-Albi, I. (2015). *Cuestión de Educación. Un viaje por la enseñanza española*. Barcelona: Debate. 320.
- Gil Andrés, C. (2014). *La guerra civil en 39 episodios*. Barcelona: Ariel. 224.
- Iglesias, M^a A. (2006). *Maestros de la República. Los otros santos, los otros mártires*. Madrid: La esfera de los libros. 438.
- Jiménez Fraud, A. (1989). *Residentes. Semblanzas y recuerdos*. Madrid: Alianza Editorial. 152.
- Monés, J. y otros. (2006). *La educación en el siglo XX*. Barcelona: Praxis. 220.
- Ontañón, E. (2015). “La educación de la mujer en el proyecto pedagógico de Francisco Giner de los Ríos”. En A. De la Cueva y M. Márquez Padorno (Ed.). *Mujeres en vanguardia. La residencia de señoritas en su centenario (1915-1936)* (pp. 192-201). Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes. 400.
- Otero Urtaza, E. y otros. (2006). *Las misiones pedagógicas*. Madrid: Residencia de Estudiantes. 548.
- Peralta, M^a D. (2012). *La escuela primaria y el magisterio en los comienzos del franquismo*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. 286.
- Pozo Andrés, M^a del Mar. (2015). “La educación de la mujer en la Junta para la Ampliación de Estudios: las primeras maestras europeas”. En A. De la Cueva y M. Márquez Padorno (Ed.). *Mujeres en vanguardia. La residencia de señoritas en su centenario (1915-1936)* (pp. 224-231). Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes. 400.

- Puelles Benítez, M. de (2011). *Política y educación en la España contemporánea*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 325.
- Sánchez de Madariaga, E. y otros. (2012). *Las maestras de la República*. Madrid: La Catarata. 270.

Webs

- Barreiro, H. (1989). “Lorenzo Luzuriaga y el movimiento de la escuela única en España. De la renovación educativa al exilio (1913-1959)”. *Revista de Educación*, 289, (pp.7-48). Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre289/re28901.pdf?documentId=0901e72b813ca86>
- Consejería de Educación, Juventud y Deporte – Consejo Escolar de la Comunidad de Madrid. (2003). Educación y participación en Madrid. Una perspectiva Histórica. Capítulo 9. Leyes y Decretos de la II República. Consultada el 17 de enero de 2016, en http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3Dparticipacion_10.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1158617688372&ssbinary=true

Vídeos

- Sánchez de Madariaga, E. y otros. (2012). *Las maestras de la República*, La Catarata, Madrid.

Anexos

Anexo 1. Tabla comparativa de citas y fuentes principales y complementarias sobre distintos aspectos de la educación en la Segunda República y el franquismo		
	II República	Régimen franquista
Objetivo	<p>Reformar la educación para hacerla más inclusiva y democrática fue un gran objetivo de la II República: “La educación fue uno de los pilares de la Segunda República, una de las pocas épocas en este país en que la educación fue prioritaria, una cuestión de Estado, un avance que desgraciadamente se borró de un plumazo con la victoria de Franco”, dice Agustín Pérez Escolano, Catedrático de Historia de la Educación en la Universidad de Valladolid. (García-Albi, I. 2015:31).</p> <p>La educación constituyó uno de los compromisos sociales de la segunda República, cuyo fin era lograr la democracia, garantizar los derechos de todos los ciudadanos y ciudadanas y modernizar el país (Sánchez de Madañaga, 2012:8)</p>	<p>Circular del 5 de marzo de 1938: “La función genérica y más importante del Nuevo Estado: el adoctrinamiento político masivo de la niñez en los valores nacional-católicos, con la suspensión de la coeducación, la inclusión de la enseñanza de la religión y la exaltación del patriotismo en la escuela. La escuela forjadora de las futuras generaciones, fervorosamente fundida con este épico movimiento de resurrección patriótica, ha de marcar su rumbo categórico hacia las glorias futuras, preparando a nuestra infancia por derroteros nacionales. Nuestra hermosísima historia, nuestra tradición excelsa, proyectadas en el futuro, han de formar la fina urdimbre del ambiente escolar, cobijando amorosamente el espíritu de los niños españoles”. (Cámara, 1984:85).</p> <p>Cita textual de la Ley de Educación Primaria de 1945: “Proporcionar a todos los españoles a cultura general obligatoria” (Cámara, 1984:251).</p>
Legislación y planes educativos	<p>Los Gobiernos provisionales (14 de abril-9 de diciembre de 1931) aprobaron decretos urgentes ante la falta de plazas escolares: existían 32680 escuelas primarias y se necesitaban 27151 más. Crearon el Consejo de Instrucción Pública, presidido por Miguel de Unamuno, y aprobaron un plan para crear al menos 5000 escuelas por año, “depurar y acentuar la labor de las que ya existen”, y mejorar las condiciones higiénicas, el mobiliario y el material didáctico para las existentes. Y también un ambicioso plan para mejorar la formación y la retribución de los maestros y maestras (Agulló, 2012:60). Todo en régimen de coeducación.</p> <p>La Constitución de 1931, en sus artículos 48, 49 y 50, define la educación pública como una escuela primaria única, gratuita, laica y obligatoria. Incluye la libertad de cátedra, las metodologías activas, la vinculación con el medio</p>	<p>La primera circular educativa franquista establecía “la función genérica y más importante del Nuevo Estado: el adoctrinamiento político masivo de la niñez en los valores nacional-católicos”, con la suspensión de la coeducación, la inclusión de la enseñanza de la religión y la exaltación del patriotismo en la escuela (Cámara, 1984:85).</p> <p>Los planes de 1938 no llegan a implantarse (Peralta, 2012:148). El segundo Ministro de Educación Nacional de Franco, José Ibáñez Martín (1939-1951), crea instituciones que sustituyen al Patronato de Misiones Pedagógicas para borrar “la acción nefasta que ha ejercido sobre los pueblos, desarrollando una labor antinacional por atea, marxista y extranjerizante” (Cámara, 1984:106). Se ilegalizó la ILE por “arrancar el sentimiento de piedad cristiana y amor a la patria” (García-Albi, 2015:82).</p>

Anexo 1. Tabla comparativa de citas y fuentes principales y complementarias sobre distintos aspectos de la educación en la Segunda República y el franquismo		
	II República	Régimen franquista
	social y el respeto a las lenguas de cada comunidad (Agulló, 2012:57-58).	La Ley de Educación Primaria de 1945 ponía la escuela al servicio de la doctrina católica (Cámara, 1984:103). Considera obligatoria la educación de 6 a 12 años, con formación religiosa, del espíritu nacional y “la lengua nacional” (suprime las otras lenguas maternas). La metodología será la “tradición pedagógica española”, adaptable a la “pedagogía moderna” (Peralta, 2012:205).
Universalidad de la educación	“A nadie se le había ocurrido hasta ahora hacer un esfuerzo para que tuvieran una escuela suya los pescadores de Suances, y mucho menos para que hubieran llegado a juntarse ante los mismos pupitres todas las clases sociales de Suances en su representación infantil” (Bello Trompeta, 1932:3)(citado en Sánchez de Madariaga, 2012:95).	En 1939 menos de la mitad de la población en edad escolar estaba escolarizada y un 25% de los escolarizados no asistía a las clases. Se hizo obligatoria la misa parroquial los días de precepto. Una comisión dictaminaba los libros de texto.
Educación de las niñas	Durante la II República creció la presencia de alumnas en todos los niveles educativos, y la presencia de las mujeres en una amplia gama de carreras y profesiones, incluso tradicionalmente masculinas. Cada vez más mujeres estudian para ser maestras, un oficio que les da independencia (Sánchez de Madariaga, 2012:13-30).	[...] ‘restarán una parte del programa que se indica para los trabajos personales del alumno y emplearán su tiempo, el que a ellos se hubiese destinado, en provecho de la especial y trascendental misión que como preparadoras madres del porvenir les está encomendado’ (Peralta, 2012: 141). Se diferenciaba radicalmente la educación de los dos sexos, relegando a la mujer al hogar. Para los varones la vida tenía que “ser milicia”, y “la cultura específica de niñas debe buscar en todas sus disciplinas la formación de futuras madrecitas”. Había “una maestra especialmente dedicada a [...] las labores y las enseñanzas del hogar” (Cámara, 1984:88 y Peralta, 2012:141).
Metodología y material didáctico	Metodologías activas, vinculación con el medio social. Promovía escuelas con campos de deporte, excursiones culturales o instituciones de reforma científica y educativa como el Instituto Escuela o la Junta de Ampliación de Estudios.	“El libro escolar representa, dentro de la orientación cultural de la enseñanza primaria, una influencia que es preciso encauzar adecuadamente para lograr con ello dar a la Escuela, al Maestro y a los niños aquella santa doctrina saturada de espíritu religioso y patriótico, que constituye la esencia de nuestro Movimiento Nacional”. (Cámara, 1984) (pp. 89)
Formación de los maes-	Los aspirantes, con 16 años y título de bachillerato, realizaban un examen de	Los maestros estudiaban partir de los 14 años en escuelas de Magisterio

Anexo 1. Tabla comparativa de citas y fuentes principales y complementarias sobre distintos aspectos de la educación en la Segunda República y el franquismo		
	II República	Régimen franquista
tros	acceso. Si lo pasaban, estudiaban tres cursos metodológicos y realizaban prácticas remuneradas durante un curso en escuelas de su provincia. (Agulló Díaz, 2012:60).	donde realizaban “formación cultural, religiosa, principios de la historia nacional, educación física y convivencia social” (Peralta, 2012:228).
Carrera profesional de los maestros	“La profesión de maestra era uno de los pocos ámbitos laborales en el que las mujeres habían ido conquistando a lo largo de los años un terreno de afirmación, reconocimiento y legitimación en la esfera pública” (Sánchez de Madariaga, 2012:14).	Desde el inicio del franquismo se establecieron comisiones depuradoras para apartar de la carrera docente a las profesoras y profesores que habían desarrollado sus carreras de acuerdo a los principios de la república. “El 15 de septiembre [de 1936] se dan órdenes para la depuración de los maestros: 1) Maestros con informes totalmente desfavorables, que, sin más garantías ni mayores trámites, serían inmediatamente suspendidos de empleo y sueldo; 2) Maestros de conducta no bien definida o que por organizaciones o personalidades solventes fueron de actuación dudosa: habría de procederse, sin mayores complicaciones, a su inclusión en el apartado primero, o dictaminar la suspensión de empleo por un periodo de uno a tres meses y medio de sueldo; 3) Maestros con informes favorables: ratificación en sus cargos” (Cámara, 1984:75). Una orden del 30 de octubre de 1936 disponía el acceso a los puestos en las escuelas para el que los solicitantes “deberán acompañar certificaciones, extendidas en papel común, por el Alcalde, Cura Párroco y Jefe de puesto de la Guardia Civil del lugar donde hubieran desempeñado la última escuela, si ésta estuviera en territorio liberado, acreditativas de que no han pertenecido a ningún partido político de los que integraban el llamado Frente Popular, ni Nacionalista, y que su actuación al frente de la escuela no ha mostrado ideario perturbación de las conciencias, así en el aspecto patriótico como en el moral y religioso” (Cámara, 1984:77)
Instituciones relevantes	La Institución Libre de Enseñanza (ILE) nació en 1876 de la iniciativa de Francisco Giner de los Ríos (1831-1915). Se basaba en el razonamiento por encima de la memoria, promovía	El segundo Ministro de Educación Nacional de Franco, José Ibáñez Martín (1939- 1951), crea instituciones que sustituyen al Patronato de Misiones Pedagógicas para borrar “la acción ne-

Anexo 1. Tabla comparativa de citas y fuentes principales y complementarias sobre distintos aspectos de la educación en la Segunda República y el franquismo		
	II República	Régimen franquista
	<p>métodos activos, escuelas con campos de deporte, excursiones culturales o instituciones de reforma científica y educativa como el Instituto Escuela o la Junta de Ampliación de Estudios. (G^a-Albi. 2015:80).</p> <p>Las propuestas de Lorenzo Luzuriaga y de Fernando de los Ríos estaban inspiradas en los movimientos de la Escuela Nueva y la Institución Libre de Enseñanza (ILE) , que promovía métodos activos, cultura y reformas científicas y educativas.</p>	<p>fasta que ha ejercido sobre los pueblos, desarrollando una labor antinacional por atea, marxista y extranjerizante” (Cámara, 1984:106). Se ilegalizó la ILE por “arrancar el sentimiento de piedad cristiana y amor a la patria” (García-Albi, 2015:82).</p> <p>“[...]Si a la Falange parece que queda reservada la formación política, cívica y física en las escuelas, institutos o colegios y facultades universitarias [...] y el encuadramiento de la juventud y el profesora a través del Frente de Juventudes, SEU (Sindicato Español Universitario), SEM (Servicio Español del Magisterio), SEPEM (Servicio Español del Profesorado de Enseñanza Media), SEPES (Servicio Español del Profesorado de Enseñanza Superior), y SEPET (Servicio Español del Profesorado de Enseñanza técnica), el aspecto más sustantivo de la educación, la ideologización de los contenidos de la enseñanza en todas las asignaturas y a todos los niveles del sistema, quedará controlado por la Iglesia en tanto que habrían de responder a la más pura ortodoxia católica. Añádase a ello el hecho fundamental de que el nivel secundario, en su mayoría, quedaría confiado a las órdenes religiosas docentes y que por ellas pasaron la mayor parte de los futuros universitarios, lo que vale tanto como decir las futuras élites políticas del país.” (Cámara, 1984:123-124)</p>
Laicismo y religiosidad	<p>“La educación pública es función del Estado y debe ser laica, gratuita (sobre todo en Primaria y Media), tener un carácter activo y creador, integrarse en la sociedad, basarse en la coeducación, formar un sistema unitario y su profesorado constituir un todo orgánico”(Puelles, M. 2011: 68).</p>	<p>Según manifestaría el ministro Ibáñez Martín al presentar y defender el proyecto en las Cortes el día 14 de junio: “... la necesaria formación religiosa del maestro, el espíritu cristiano inspirando todas las disciplinas”. (Cámara, 1984).</p>

¿Hasta qué punto es *Canis familiaris* capaz de percibir olores a mayor distancia que *Homo sapiens*?

Julia Rodríguez Montalvo



Introducción

El objetivo de esta investigación es comparar el olfato del ser humano (*Homo sapiens*) y el perro doméstico (*Canis familiaris*). Esta comparación me servirá para conocer en profundidad el funcionamiento del sentido del olfato y las diferencias que existen en la capacidad olfativa de ambas especies, en concreto en la percepción de olores a grandes distancias. Los perros (*Canis familiaris*) presentan un buen olfato, lo cual es muy beneficioso para el ser humano, ya que utilizamos esta capacidad olfativa de los perros para distintas actividades como la caza, la identificación de sustancias ilegales y la búsqueda de personas en catástrofes. Aparte, los animales en general me apasionan, tanto sus características como su comportamiento por lo que en un futuro me gustaría estudiar veterinaria o la rama de zoología en biología. Todo esto es lo que me ha llevado al estudio de ambas especies (*Canis familiaris* y *Homo sapiens*) y en concreto su olfato por el papel fundamental que tiene en la vida de ambas especies.

Pregunta de investigación

¿Hasta qué punto es el *Canis familiaris* capaz de percibir olores a mayor distancia que el *Homo sapiens*?

Fundamento teórico

El olfato es uno de los cinco sentidos que presentan los mamíferos, además de la vista, el oído, el gusto y el tacto. Este sentido consiste en la capacidad de captar olores. Se trata de un sentido químico al igual que el gusto, ya que detectan compuestos químicos en el ambiente. El sentido del olfato comienza con la entrada de aire en las fosas nasales, este aire lleva consigo compuestos químicos en estado gaseoso que se disuelven en las mucosas situadas en la parte superiores de estas. Debajo de estas mucosas se encuentra el tejido epitelial olfativo formado por las neuronas receptores del olfato. Estas células transmiten la información a los bulbos olfatorios, que tienen receptores que envían mensajes a la neocorteza cerebral donde se modifican los pensamientos o a las estructuras del sistema límbico que estimulan las emociones y la memoria²⁸¹. La anatomía del sistema olfatorio es bastante similar en todos los animales vertebrados, funcionando de la misma forma.

La razón por la cual una especie tiene una capacidad olfativa superior reside en la superficie del epitelio olfatorio, es decir de epitelio receptivo. Esto hace que sean capaces de percibir un mayor número de olores y más intensidades. En el caso concreto de esta investigación, el ser humano, *Homo sapiens*, presenta entre 2 y 4 cm² en cambio, el perro doméstico, *Canis familiaris*, presenta unos 18 cm². Esta mayor superficie de epitelio olfatorio se transforma en una mayor cantidad de células, en este caso de neuronas receptoras del olfato.

Encontramos una gran diferencia en este ámbito, el ser humano tiene alrededor de 107 neuronas receptoras del olfato en comparación con los perros que constan de aproximadamente 2×10^8 células de esta clase²⁸². Estas diferencias permiten a los perros tener una mayor capacidad olfativa comparada con la humana. Por ejemplo, el *Canis familiaris* es capaz de captar hasta 100.000 olores diferente frente a el *Homo sapiens* que capta alrededor de 10.000 olores. Además, pueden percibir olores a mayores distancias que los seres humanos. “Pero no todos los perros tienen el sentido del olfato igual de desarrollado, ya que aquí también interviene el factor genético. Los perros de caza, como los sabuesos tienen un olfato mejor que el de un perro de compañía, como por ejemplo un Pomerania.” (Schlegl-Kofler, K 2005)

281 Rodríguez - Gil , G (2005) Poderoso sentido del olfato 21-04-2016 <https://www.tsbvi.edu/seehear/summer05/smell-span.htm>

282 Hill, RW (2006) Fisiología animal 22-04-2016 <https://books.google.es/books?id=HZaC45m9lMMC&pg=PA450&lpg=PA450&dq=diferencias+entre+olfato+canino+y+humano+formologia&source=bll&ots=jpNYJyeZyK&sig=4vylby71EiMafJ0IQOSsH2iZMC0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2m4S106DMAhXDHxoKHT5DAAk4FBDoAQgpMAI#v=onepage&q=diferencias%20entre%20olfato%20canino%20y%20humano%20formologia&f=false>

Los perros perciben el mundo que los rodea principalmente a través de su olfato. Lo usan para distintas funciones como seguir un rastro, detectar sustancias o incluso la cantidad de azúcar en sangre.

El sentido del olfato se ha desarrollado de forma distinta en diferentes especies. Esta superioridad en este sentido les ha dado a estas especies una ventaja evolutiva frente a otras mejorando su capacidad de supervivencias por los que se vieron favorecidos por la selección natural.

Hipótesis

La hipótesis de partida es que existe gran diferencia de capacidad olfativa de ambas especies, siendo el perro, *Canis familiaris* capaz de percibir olores a mayores distancias que el hombre, *Homo sapiens*.

Variables

Variable independiente

Distancia de percepción del estímulo olfativo (12m, 10m, 7m, 5m y 2m)

Variable dependiente

Sujetos pertenecientes a especies animales: Perro (*Canis familiaris*) y ser humano (*Homo sapiens*).

Variables controladas

Variable controlada	Método de control
Edad de los sujetos de <i>Homo sapiens</i>	Sujetos entre 16 y 17 años de edad
Estímulos olfativos	Comida de perro húmeda: (Marca: As Paté senior de pollo y verduras)
Dispersión del olor	Realización del experimento en un lugar cerrado: Pasillo del instituto (IES Rosa Chacel)
Recipiente	Utilización de platos de plástico.

Método

Para la realización de este estudio seguiremos el siguiente método:

1. Enseñar y dejar que el sujeto huelga el estímulo olfativo.
2. Colocación del estímulo olfativo a una distancia concreta del sujeto de estudio, perro doméstico (*Canis familiaris*) o ser humano (*Homo sapiens*). Estudiaremos a 10 sujetos de cada especie.

3. Observar si el perro se acerca al estímulo y en el caso de los seres humanos realizaremos preguntas sobre si son capaces de captar y reconocer el estímulo.
4. Repetiremos este proceso a distintas distancias, en concreto a 12 m, 10 m, 7m ,5 m y por último a 2 m.

Materiales

- Lata de comida húmeda de perro (Marca: As Paté Senior de pollo y verduras)
- Metro de 20m de longitud ($\pm 0,1$ m)
- Platos de plástico
- Cuchillo

Durante esta investigación he trabajado con dos especies animales, ser humano (*Homo sapiens*) y perro doméstico (*Canis familiaris*). Para poder tratar con animales en concreto con perros he tomado una serie de medidas de seguridad y éticas para evitar cualquier perjuicio al animal. Además, de la lectura del documento con la política de IB sobre la experimentación con animales seguí las siguientes medidas de seguridad. En primer lugar, se utilizó un estímulo agradable para el animal, en este caso comida húmeda de perro, de forma que no le causará ningún daño. Podemos añadir que para evitar el estrés y el agobio del animal era el dueño el que realizaba la experimentación guiado por mis indicaciones. Por último, se realizaba la prueba individualmente por lo cual no existía interacción con otros perros en su transcurso evitando alteraciones.

Datos

Datos cualitativos

Durante la realización de esta experimentación los sujetos que estudiamos mostraban diferencias entre sí. En primer lugar, observamos diferencia en la atracción hacia el estímulo (comida de perro húmeda) los humanos incluso sentían cierta repulsión. En cambio, este estímulo en general era bastante agradable y llamativo para los perros, aunque algunos de los sujetos no mostraron tal atracción. Los perros comenzaban a oler el suelo y a buscar el estímulo que habían captado. Los sujetos que se sentían más atraídos se acercaban directamente al recipiente que contenía el estímulo. Al comienzo de la medición mostrábamos el estímulo al sujeto desencadenando una excitación en los sujetos de la especie canina y cierta repulsión por parte de los seres humanos como ya hemos mencionado anteriormente. Durante la excitación ob-

servábamos distintos cambios en los perros como un movimiento continuo de la cola y cuerpo en general, posición de alerta con las orejas rectas, mayor salivación y algunos casos ladridos.

Datos cuantitativos

A continuación, presentaremos los datos obtenidos con este experimento. Hemos medido la distancia a la que el sujeto muestra reacción a un estímulo olfativo a distintas distancias, en concreto a 12m, 10m, 7m, 5m y 2m.. De forma que si ha habido reacción sabemos que el sujeto es capaz de captar el estímulo, siendo un 1 y si no existe reacción visible sería 0.

En primer lugar, hemos tomado los datos de los perros (*Canis familiaris*), además en este caso mostramos la raza a la que pertenece nuestro sujeto ya que cada raza consta de distintas capacidades olfativas lo que influirá en nuestras conclusiones.

Tabla 1: Percepción del estímulo a distintas distancias por parte del perro (*Canis familiaris*)

	Raza de perro	Distancias (m /± 0,1m)				
		12 m	10 m	7 m	5m	2m
Sujeto 1	Mezcla: Akita inu y Mastín leonés	0	0	1	1	1
Sujeto 2	Yorkshire	0	0	0	1	1
Sujeto 3	Mezcla: Samoyedo y Border collie	0	0	1	1	1
Sujeto 4	Yorkshire	0	0	1	1	1
Sujeto 5	Golden retriever	0	0	1	1	1
Sujeto 6	Teckel	0	1	1	1	1
Sujeto 7	Mezcla: Pastor alemán y Rottweiler	1	1	1	1	1
Sujeto 8	Dálmata	0	1	1	1	1
Sujeto 9	Pastor alemán	1	1	1	1	1
Sujeto 10	Bichón maltés	0	0	1	1	1

A continuación, los datos de los seres humanos tomados preguntando al sujeto si es capaz de percibir el estímulo a diferentes distancias. Los datos se recogerán de la misma forma, 1 percepción y 0 cuando no son capaces de captarlo.

Tabla 2: Percepción del estímulo a distintas distancias por parte del ser humano (*Homo sapiens*)

	Distancias (m / ± 0,1 m)				
	12m	10m	7 m	5 m	2 m
Sujeto 1	0	0	0	1	1
Sujeto 2	0	0	0	1	1
Sujeto 3	0	0	1	1	1
Sujeto 4	0	0	0	1	1
Sujeto 5	0	0	0	1	1
Sujeto 6	0	0	0	1	1
Sujeto 7	0	0	0	0	1
Sujeto 8	0	0	0	1	1
Sujeto 9	0	0	0	1	1
Sujeto 10	0	0	0	1	1

A continuación, con los datos obtenidos en la experimentación (Tabla 1 y 2) realizaremos la media para poder comparar las distancias de la capacidad olfativa de ambas especies. Además, realizaremos la desviación típica y el 30% de la media para poder saber si los datos están centralizados. (Tabla 3)

Para realizar la media utilizaremos el valor máximo que ha alcanzado cada sujeto. Para hacer la media aplicaremos la siguiente operación:

$$\frac{\sum \text{Distancia máxima de cada sujeto}}{n^{\circ} \text{ de sujetos de cada especie}}$$

Para la realización de la desviación típica usaremos la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}}$$

Tras el uso de estas fórmulas obtendremos los siguientes datos:

Tabla 3: Media, desviación típica, 30% de la media y centralización.

	Distancia de la capacidad olfativa canina (m / ± 0,1)	Distancia de la capacidad olfativa humana (m / ± 0,1)
Media	8,4	4,9
Desviación típica	2,4	1,2
30 % de la media	2,5	1,5
Centralización	Si	Si

Tras esto, haremos un estudio de solapamiento. Para ello haremos lo siguiente:

Media menor (en este caso la de los seres humanos) + 1 desviación típica

Media mayor (en este caso la de los perros) - 1 desviación típica

Realizando esto, obtendremos los siguientes datos

Tabla 4: Estudio de solapamiento

	Distancia de la capacidad olfativa canina (m / ± 0,1)	Distancia de la capacidad olfativa humana (m / ± 0,1)
Media	8,4	4,9
Desviación típica	2,4	1,2
Solapamiento	6	6,1

Los resultados obtenidos nos muestran un solapamiento entre ambos grupos, *Canis familiaris* y *Homo sapiens*. Este solapamiento es bastante débil pero conociendo este solapamiento realizaremos la prueba T-student para saber si los grupos de datos son independientes. De esta forma podremos conocer si realmente existe diferencia en la capacidad olfativa a distancia de estas especies (*Canis familiaris* y *Homo sapiens*)

Nuestra hipótesis de partido, es decir la hipótesis 0 para la prueba t-student es que entre los datos obtenidos de los grupos no existe diferencia significativa.

En primer lugar, hallaremos los grados de libertad. Para ello sumaremos el número de sujeto de cada grupo y restaremos 2.

Grupo de seres humanos: 10 sujetos

Grupo de perros: 10 sujetos

$$10 + 10 - 2 = 18$$

A continuación, sabiendo los grados de libertad hallaremos el valor crítico. Lo calcularemos en la tabla de valores críticos buscando el valor con un error de 0,05 o lo que es lo mismo con una fiabilidad del 95%.

Valor crítico: 1,734

Como último paso, calcularemos el valor calculado para nuestros datos de forma que podemos compararlo con un nuestro valor crítico y aceptemos o desechemos la hipótesis 0.

Usaremos la siguiente fórmula para hallar el valor calculado:

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(S_1)^2}{N} + \frac{(S_2)^2}{N}}} = T$$

El valor calculado de nuestros datos es el siguiente:

Valor calculado: T= 4,124

Para finalizar comparamos ambos valores obteniendo la siguiente relación:

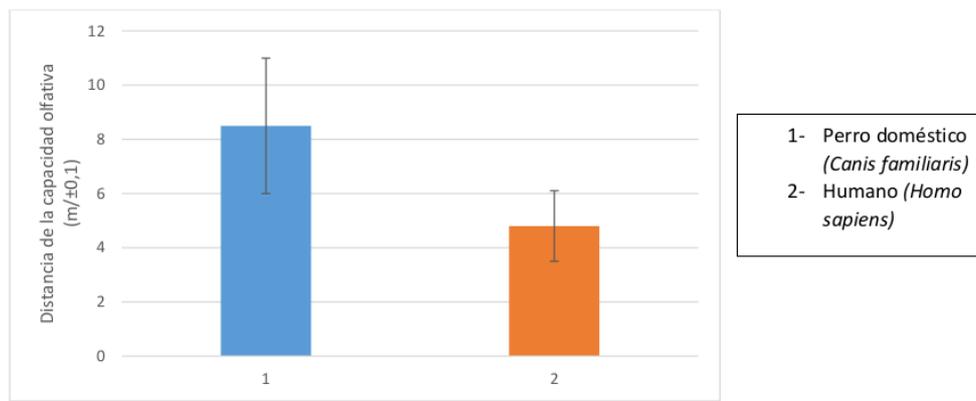
Valor calculado (4,109) > Valor crítico (1,734)

Con este resultado podemos rechazar la hipótesis 0 que planteaba que no existía diferencia significativa entre los grupos. Este resultado nos confirma que los grupos son independientes.

A continuación, comenzaremos con la representación gráfica de los datos obtenidos.

Mostramos una gráfica que representa las medias de cada una de las especies estudiadas.

Gráfica 1: Media de las distancias de la capacidad olfativa de ambas especies.



Conclusiones

En primer lugar, observamos una clara superioridad en capacidad olfativa en cuanto a distancias en los perros domésticos (*Canis familiaris*) sobre el ser humano (*Homo sapiens*). Vemos que la media de distancias es mayor en perros, 8,4 m, que, en humanos, 4,9 m (Tabla 3). Además, la realización de la prueba T-student nos confirma que los grupos son independientes, aunque exista solapamiento entre los datos (Tabla 4). Este resultado respalda nuestra hipótesis de partida que consistía en la superioridad canina frente al ser humano en cuanto a distancias. Esto se debe a su mayor superficie de epitelio olfatorio que a su vez hace que tengan un mayor número de neuronas olfativas, como vimos en el fundamento teórico. La diferencia entre ambas especies es de casi el doble de distancia, 4,9 y 8,4 m (Gráfica 1).

Por último, observamos más diversidad entre las distancias que alcanzan los distintos sujetos caninos que entre los sujetos humanos (Tabla 1 y 2) esto puede deberse a las diferencias entre las razas de perros domésticos ya que existen razas con mayor capacidad olfativa, como por ejemplo los pastores alemanes (Tabla 1) frente a razas como yorkshire o bichón maltés a las que

pertenecían varios sujetos estudiados que alcanzan menores distancias entre 5m y 7m. Estas diferencias nos dan una visión más amplia de la capacidad olfativa canina aunque afecta a la media obtenida y nos deja un error en la comparación con el ser humano ya que no podemos generalizar una capacidad mayor en la especie canina (*Canis familiaris*).

Evaluación y propuestas de mejora

Evaluación	Propuestas de mejora
Cierta ambigüedad a la hora de conocer si el perro doméstico es capaz de captar el estímulo de forma que aunque el sujeto sea capaz de captar el estímulo no podemos estar seguros lo que afecta a nuestros datos y a nuestras conclusiones.	Conseguir observar objetivamente la reacción de los perros de forma que obtengamos resultados verdaderos.
Dispersión del estímulo olfativo lo que puede causar que los sujetos no capten bien el estímulo a distancias a las que deberían percibirlo.	Realizar el experimento en lugar totalmente cerrado, estrecho y con los techos bajos, así conseguimos una dispersión mínima y nuestros datos son más concretos.
Tiempo que reposa el olfato por lo que se dispersa con mayor fuerza si lo dejamos más tiempo por lo que algunos sujetos captaran el estímulo más que otros causando datos erróneos.	Realizar la prueba calculando el tiempo que dejo el estímulo y siempre utilizar el mismo tiempo, con lo cual conseguimos que todos los sujetos tengan exactamente las mismas condiciones.
Diferentes capacidades olfativas entre las distintas razas de perro de forma que los datos salen más dispersos y realmente no podemos generalizar para la especie al completo.	Utilización de perros de una raza común así podremos comprobar que el ese tipo de raza tiene mayor o menos capacidad olfativa a distintas distancias que los seres humanos.
Edad de los perros. Es posible que algunos de los sujetos hayan perdido parte de su capacidad por su edad por lo que el dato no es completamente correcto.	Utilización de perros de edad común preferentemente edad temprana de forma que nuestros datos sean válidos y verdaderos.

Nuevas investigaciones

Tras la realización de esta investigación me ha llevado a plantearme nuevas preguntas de investigación como estudiar el rango de olores de las dos especies que he estudiado (*Canis familiaris* y *Homo sapiens*) y compararlas.

Otra investigación podría ser aplicar el estudio de esta investigación a otras especies animales y compararlas entre ellas o con el ser humano.

Webgrafía

- Hill, RW (2006) Fisiología animal 22-04-2016
<https://books.google.es/books?d=HZaC45m9lMMC&pg=PA450&lpg=PA450&dq=diferencias+entre+olfato+canino+y+humano+formologia&source=bl&ots=jpNYJyeZyK&sig=4vylby71EiMafJ0IQOSsH2iZMC0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2m4S106DMAhXDHxoKHT5DAAk4FBD0AQ-gpMAI#v=onepage&q=diferencias%20entre%20olfato%20canino%20y%20humano%20formologia&f=false>
- Rodríguez - Gil , G (2005) Poderoso sentido del olfato 21-04-2016
<https://www.tsbvi.edu/seehear/summer05/smell-span.htm>
- Schlegl-Kofler, K (2005) El lenguaje de los perros 22-04-2016
<https://books.google.es/books?d=mk6LoIc2TrUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

La Elección Imperial tras la muerte del emperador Maximiliano I. ¿Por qué fue elegido Carlos de Gante emperador del Sacro Imperio Romano Germánico?

Alberto Sánchez Ehrich



Introducción

Desde siempre he sentido una gran admiración y pasión por la época de la monarquía de los Austrias y los descendientes de los Reyes Católicos; además, mi doble nacionalidad, española y alemana, me ha llevado a interesarme más por Carlos V, un monarca dueño de un majestuoso imperio que abarca, entre otros, las actuales España y Alemania.

Me planteé una investigación que tuviera como objetivo conocer, evaluar y comprender los motivos por los que Carlos I de España y V de Alemania fue elegido Emperador del Sacro Imperio Romano Germánico frente a otros candidatos y las consecuencias que tuvo este hecho en sus relaciones con ellos.

Al ser uno de los monarcas más poderosos de todos los tiempos, muchos historiadores se han interesado por Carlos V, hay multitud de fuentes secundarias e información sobre su vida. Sin embargo, no existe esta abundancia bibliográfica sobre el hecho concreto de su coronación imperial. Para esta investigación he seleccionado dos de los libros más relevantes²⁸³, escritos por historiadores conocidos, que se centran más en los hechos que se pretenden investigar. El análisis y contraste se completarán con estudios publicados en Internet sobre los diferentes soberanos europeos importantes del momento.

²⁸³ Fernández, M. (1999). *Carlos V Un Hombre para Europa*. Barcelona: Austral. 352 págs
Bérenger, J (1992). *El Imperio de los Habsburgo 1273-1918*. París: Crítica. 693 págs

Resumen de la información encontrada

Carlos V concentró en sus manos el patrimonio político de cuatro dinastías: Habsburgo, Borgoña, Aragón y Castilla. Dominó un imperio de dimensiones que la Europa Cristiana no había visto desde la abdicación de Carlomagno en el siglo IX. Carlos V fue, sin duda, el monarca más poderoso de su tiempo, aunque su enorme imperio era difícil de gobernar.

En un principio nada apuntaba a que fuera a ser heredero de unos dominios tan extensos. De su padre heredó el condado de Flandes y de su madre, por la temprana muerte de sus tíos primogénitos, Castilla, Aragón, Nápoles, Sicilia y los territorios de América. La prematura muerte de su padre y la reclusión de su madre en Tordesillas le garantizaron la inmediata posesión de todos estos territorios.

Pero todo esto no le fue suficiente a Carlos. Le faltaba la corona imperial para así aventajar a los demás soberanos europeos. Tras morir su abuelo paterno, Maximiliano, emperador del Sacro Imperio Romano en 1519, adquirió, por herencia, los territorios de los Habsburgo²⁸⁴. Pero acceder a la corona del Imperio ahora no era tan fácil, debía pasar por un proceso electoral y su principal rival no era otro que el mismísimo Francisco I de Francia.

Según la Bula de Oro²⁸⁵, la responsabilidad de la elección imperial recaía sobre siete príncipes del imperio: el rey de Bohemia, los arzobispos de Colonia, Maguncia y Tréveris y los príncipes de Brandenburgo, Sajonia y el Palatinado. Los electores se debían congregar en Frankfurt para elegir al César. Estas elecciones constituyen el primer eslabón de la cadena de enfrentamientos entre Carlos y Francisco. En el transcurso de este enfrentamiento se presentaron nuevos candidatos, entre ellos Enrique VIII y Federico el Sabio, protector de Lutero y elector de Sajonia, cuyos vasallos alemanes le veían como el candidato ideal.

En un principio Carlos parece tener pocas posibilidades. Por un lado, la testarudez del elector de Sajonia, y por otro, Roma y su gran inexperiencia en las lides políticas frente a los demás soberanos. Aunque parecían dificultades insalvables, no estaba todo perdido. Los siete electores estaban dispuestos a vender su voto y Carlos estaba dispuesto a pagar por ello. Tras financiarse acudiendo a los banqueros más conocidos de Europa²⁸⁶, consiguió el voto del elector del

284 La Alta Alsacia, Brisgovia, la Baja Austria, la Austria Interior, formada por Estiria, Carintia y Carniola; y el Tirol. Bérenger, J (1992). *El Imperio de los Habsburgo 1273-1918*. París: Crítica. Pág. 134

285 Historia Universal. (2014). La Bula de Oro. 25/12/2015, de Wordpress. Sitio web: <http://www.historiauniversal.info/tag/bula-de-oro/> La bula de oro, dictada en 1356 por el emperador Carlos IV debido a la fuerte presión de los enormemente poderosos nobles de Alemania.

286 Los Vivaldi en Génova, los Welser en Alemania, pero sobre todo acude a los Fugger de

Palatinado, del Arzobispo de Maguncia²⁸⁷, del arzobispo de Colonia²⁸⁸, el voto del elector de Bohemia²⁸⁹ y finalmente el del elector de Sajonia, Federico el Sabio²⁹⁰.

El 28 de Junio de 1519 en Frankfurt los electores dieron su voto por unanimidad a Carlos de Gante. Su coronación tuvo lugar, al igual que lo hizo Carlomagno, en Aquisgrán.

Tras su coronación, Carlos tuvo que hacer frente a una situación complicada. El rey francés inició una guerra que finalmente perdió y provocó la cesión de varios de sus territorios. Enrique VIII cambiaba de aliado a conveniencia, no obstante, su ansia de tener un hijo varón le llevó al divorcio de su esposa y el consiguiente aislamiento de Europa por su enfrentamiento con Roma, cuya posición era variable dependiendo de los intereses de cada nuevo Papa. Mientras los cristianos guerreaban entre ellos, el turco Solimán el Magnífico se aprovechó de la situación extendiendo sus dominios en Europa Central.

Evaluación de las fuentes

Sobre este tema no abundan fuentes primarias, aunque sí hay múltiples historiadores contemporáneos que se han interesado por él.

Las principales fuentes de información de esta investigación son las siguientes:

La biografía, Carlos V: un hombre para Europa de Manuel Fernández Álvarez, considerado como una autoridad en la historia de la España del siglo XVI, época a la que dedicó más de cincuenta años de su vida. Su ingente obra, centrada en la Europa del Renacimiento y de Carlos V, le proporcionó un amplio reconocimiento, como el premio Nacional de Historia de España²⁹¹. La principal limitación es la poca información de otros monarcas como Francisco y Enrique, dejándoles en una posición secundaria de la que se dan pocos detalles, tan solo sus tratos con el emperador. La biografía contiene datos fuera del interés de la investigación que pueden dificultar la obtención de información (sólo un capítulo trata de la elección imperial). La mayor aportación de la obra de Fernández

Augsburgo, famosos por su fuerte espíritu nacionalista.

287 Se le ofrecen 103.000 florines y el archicancillerato del Imperio.

288 Se conforma con 40.000 florines.

289 Viejo pero fiel aliado de los Habsburgo, no precisó de dinero para inclinarse por Carlos.

290 Fue el último en decidirse por Carlos tras varias disputas con el rey de Francia, ya que el Habsburgo estaba dispuesto a escuchar las injurias de Lutero, su protegido, al contrario que el gallo y que el mismísimo Papa, que se mostraban firmes ante la herejía del monje agustino.

291 Entregado en 1985 por sus obras *La sociedad española en el siglo de Oro, Carlos V, el César y el hombre y el ensayo Carlos V un hombre para Europa*.

Álvarez ha sido mostrar el carácter de Carlos V y sus posibilidades (y también sus desventajas) en su candidatura al Sacro Imperio.

El Imperio de los Habsburgo, de Jean Bérenger, considerado también como uno de los mayores especialistas en historia de Europa central y oriental. Nos muestra un punto de vista mucho más centrado en la dinastía y el bien del imperio. Aunque da ciertas pinceladas de los soberanos coetáneos de Carlos, lo hace tomando a éste como referencia y carece de cierta profundidad en la descripción de la personalidad de cada uno.

Estas obras se caracterizan por mostrar un aspecto objetivo por parte del autor, reflejando los diferentes puntos de vista subjetivos de los soberanos y altos cargos del momento.

Debido a la falta de información sobre los demás candidatos, he decidido hacer uso de información publicada en Internet sobre el carácter y la influencia de los demás soberanos candidatos al Imperio.

Análisis

Los acontecimientos relativos a la elección de la corona imperial de 1519 no se analizan con la suficiente profundidad en las fuentes analizadas. Por un lado, en la biografía este aspecto queda muy diluido en la descripción de toda la vida de Carlos V. Y en el caso del libro de Jean Bérenger, tiene una importancia relativa en toda la historia de la dinastía de los Habsburgo.

La elección de la corona imperial de 1519 parece simplemente un vulgar asunto de corrupción en la que se pone de manifiesto las ambiciones de los distintos soberanos europeos.

La tía de Carlos, Margarita de Austria, fue su principal ayuda diplomática. Ella se encargaba de recibir a los electores contando con la ayuda de expertos agentes²⁹². Su actuación fue sumamente inteligente al incidir en el autoritarismo y en la ausencia de antepasados germanos de los otros candidatos, en vez de alabar las cualidades del candidato como hicieron los demás soberanos. Convenció a los electores de que eligiendo a Carlos sus intereses no se verían perjudicados; al contrario que con Francisco, un monarca arrogante y fuertemente absolutista que creía firmemente en su victoria y no prestaba atención a la falta de capital. Además, los electores sabían que las ausencias de Carlos por motivos imperiales les garantizarían libertades y una mayor autonomía.

²⁹² Tales como el germano Matthäus Lang o el flamenco Maximilian von Zevenberghen. Perea, O. (2011). *Margarita de Austria. Duquesa de Saboya (1480-1530)*. 26/12/2015, de mcn biografías Sitio web: <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=margarita-de-austria-duquesa-de-saboya>

Carlos pudo permitirse recibir préstamos con la garantía de los ingresos prometedores de las conquistas de América. La ayuda del banquero Jakob Fugger, cuya familia era conocida en toda Europa, también fue importante²⁹³. Éste le escribió :“Es del dominio público y claro como la luz del sol que Vuestra Majestad Imperial no habría podido obtener sin mí la corona romana”²⁹⁴.

Roma no veía con buenos ojos que el soberano de Nápoles se alzase con el Imperio, pues perjudicaba el desarrollo de los Estados Pontificios²⁹⁵. No obstante, tan peligroso era Carlos como Francisco, que controlaba la región del Milanesado.

Aunque la primera ofensiva diplomática pareció que lo había resuelto todo a favor del francés, poco a poco Carlos consigue unir a los electores a su causa y proceder a una elección por unanimidad.

La elección de Carlos enfureció enormemente a Francisco que ya mostraba una actitud amenazadora negociando con Wolsey, canciller de Inglaterra, asuntos que tan solo se podían hacer a costa del recién nombrado emperador. Aunque bien es verdad que por entonces Carlos tenía un buen aliado en otra de sus tías, Catalina, la esposa de Enrique VIII, era preciso no avivar tensiones, pues una alianza franco-inglesa sería fatal para los dominios imperiales. El monarca inglés, que buscaba el equilibrio entre fuerzas europeas, y no una nación emergente a costa de otra, vio conveniente aliarse primero con su sobrino Carlos V, pero cuando creyó que el emperador tenía demasiado poder, decidió aliarse con Francisco I.

En la siguiente tabla se resumen las ventajas e inconvenientes de los diferentes candidatos durante la elección imperial:

	Carlos de Gante	Francisco I	Enrique VIII	Federico el Sabio²⁹⁶
Ventajas	Presenta su candidatura rápidamente	Presenta su candidatura rápidamente	Roma no teme nada de él porque no tiene dominios en Italia	Habla y es alemán
	Consigue la confianza de los prestamistas	Demuestra agilidad		

293 Fernández, M. (1999). *Carlos V Un Hombre para Europa*. Barcelona: Austral. Pág 50

294 Fugger, J (1523) Encontrado en : Bérenger, J (1992). *El Imperio de los Habsburgo 1273-1918*. París: Crítica. Pág 138

295 Esto es importante, puesto que tres de los electores eran arzobispos.

296 Federico el Sabio, tras mandar construir la universidad de Wittemberg, convirtió esta casa de estudios en el centro intelectual de la reforma protestante. Fue el protector de Lutero, dándole asilo frente a los tribunales eclesiásticos, ya que pensaba que la Iglesia necesitaba una urgente reforma.

	Carlos de Gante	Francisco I	Enrique VIII	Federico el Sabio
	Dispone de recursos para sobornar a los electores. ²⁹⁷	Dispone de recursos para sobornar a los electores	Dispone de recursos para sobornar a los electores	Cuenta con el apoyo de sus vasallos alemanes
	Cuenta con el apoyo diplomático de su tía Margarita de Austria	Cuenta con el apoyo diplomático de su madre, Luisa de Saboya		
Desventajas	No habla alemán, pero tiene sangre alemana	No habla alemán ni tiene sangre alemana	No habla alemán ni tiene sangre alemana	Entra tarde y se reducen sus posibilidades
	Domina Nápoles ²⁹⁸	Domina el Milanesado. ²⁹⁹	Se muestra firme frente a la herejía de Lutero ³⁰⁰	No dispone de recursos para sobornar a los electores
	Es muy católico, se teme firmeza frente a Lutero	Los alemanes se exponen a perder sus libertades No tiene la confianza de los prestamistas	Entra tarde y se reducen sus posibilidades No tiene la confianza de los prestamistas	Los obispos electores, ³⁰¹ se muestran firmes frente a Lutero.

Conclusión

Las elecciones de 1519 supusieron un gran reto para Carlos, aun pareciendo un asunto de compra-venta. Las principales causas de su victoria fueron:

- Su capacidad para gestionar sus posibilidades, al saber emplear la baza de los enormes recursos de los nuevos territorios de América heredados de su madre para respaldar los préstamos necesarios y adherir a su favor a los electores.
- Su origen.
- El apoyo diplomático e inteligencia de su tía Margarita de Austria.

297 Además cuenta con el apoyo del banquero Jakob Fugger, alemán de espíritu nacionalista, que se negaba a aceptar a ningún candidato de sangre extranjera.

298 Roma no ve con buenos ojos que el emperador tuviera dominios en frontera con los Estados Pontificios, pues dificultaba su desarrollo

299 Roma no ve con buenos ojos que el emperador tuviera dominios en frontera con los Estados Pontificios, pues dificultaba su desarrollo

300 Esto parece contradictorio. Enrique VIII fue el creador de la Iglesia Anglicana, sin embargo, durante su juventud y las elecciones, se mostraba como un enérgico defensor de la fe católica frente a las reformas protestantes.

301 Los arzobispos de Colonia, Maguncia y Tréveris.

- Las importantes relaciones que entablaron en el pasado su familia paterna, que unida con Castilla y Aragón y con el propósito de aislar a Francia, con multitud de nobles flamencos y alemanes; entre ellos dos de los electores.

Estas elecciones iniciaron una serie de tensiones:

- El rey francés fue humillado, consecuencia de su orgullo y arrogancia. Decidió iniciar una guerra contra Carlos V aliándose con otros monarcas. Tras varias derrotas, finalmente firmó la paz y cedió diversos territorios.
- La situación de Roma se veía influida por las ambiciones de cada nuevo pontífice, que, dependiendo del caso, se aliaría con Francia o con el emperador.
- Enrique VIII, que no quería una nación a costa de otra, también cambió mucho de bando. No obstante, más tarde, los asuntos internos como el divorcio con Catalina y la ruptura con la Iglesia le llevaron a estar más aislado de Europa.
- Aprovechando los conflictos entre Cristianos, el emperador otomano Solimán el Magnífico pudo conquistar numerosos territorios que le llevaron a dominar hasta Hungría, razón por la que llevaron a las dos coronas imperiales a intentar destacar en superioridad y a aspirar a una monarquía universal.

Bibliografía y fuentes

Libros y ensayos

- Fernández, M. (1999). *Carlos V Un Hombre para Europa*. Barcelona: Austral
- Bérenger, J (1992). *El Imperio de los Habsburgo 1273-1918*. París: Crítica

Fuentes en la red (Internet)

- Perea, O. (2011). *Margarita de Austria. Duquesa de Saboya (1480-1530)*. 26/12/2015, de mcn biografías <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=margarita-de-austria-duquesa-de-saboya>
- Jesús. (2011). *Carlos V y Solimán el Magnífico*. 26/12/2015, de La Monarquía Hispánica y Francia <http://blogs.ua.es/espanafrancia/author/espanafrancia/>

- Tomás Fernández. (2006). Enrique VIII de Inglaterra. 26/12/2015, de Biografías y Vidas http://www.biografiasyvidas.com/biografia/e/enrique_viii.htm
- KDG Wittemberg. (2002). Federico el Sabio (Friedrich der Weise). 28/12/2015, de KDG Wittemberg <http://www.luther.de/es/themen/friedr.html>
- Equipo de El Cultural. (2010). Manuel Fernández Álvarez, el gran divulgador de nuestra Historia. 28/12/2015, de El Cultural Sitio web: <http://www.elcultural.com/noticias/letras/Manuel-Fernandez-alvarez-el-gran-divulgador-de-nuestra-Historia/412>
- Anónimo (2011). El enfrentamiento entre Carlos V y Francisco I, 1516-1547. 29/12/2015, de La Monarquía Hispánica y Francia Sitio web: <http://blogs.ua.es/espanafrancia/las-relaciones-internacionales/el-enfrentamiento-entre-carlos-v-y-francisco-i-1516-1547/>

Imágenes

- Portada: Tiziano. Carlos V con un perro (1532), <http://www.unapicaenflandes.es/imagenes/carlos-v-retrato.jpg>

¿Cuál fue el papel del proletariado y la clase campesina en el alzamiento de Mao Zedong y el Partido Comunista Chino?

Carlos Urban Abengoza



Plan de investigación

Esta investigación pretende resolver la cuestión *¿Cuál fue el papel del proletariado y la clase campesina en el alzamiento de Mao Zedong y del Partido comunista Chino?*

Escogí este tema por la fascinación que siento hacia la cultura oriental, además de porque es un tema que en el currículo escolar se suele dejar para el final y, muchas veces no se trata, por tanto, me despertaba gran curiosidad.

Para esclarecer el papel e importancia de las clases más bajas de la China del siglo XX en el alzamiento del comunismo en China estudiaremos ciertos eventos que tuvieron lugar desde julio de 1921, cuando se fundó el partido, hasta octubre de 1949, cuando se instauró la República Popular China. Particularmente prestaremos atención a los conflictos que permitieron la aparición del Partido Comunista como: los movimientos campesinos, la guerra chino-japonesa, la formación de ELP (ejército de liberación popular) y, por supuesto, la revolución china de 1949 y la llegada al poder del partido Comunista.

Para ello, emplearemos tanto fuentes primarias, en este caso una recopilación de obras escogidas de Mao, como secundarias (obras de varios historiadores que analizan el tema de la revolución china y los conflictos anteriores). Estas fuentes nos permitirán dilucidar el papel que la clase proletaria y campesina tuvo en el ascenso del comunismo chino.

Resumen de la información encontrada

Para entender el papel de estas clases para con el Partido Comunista, debemos entender la situación de estas clases en la China del siglo XX y analizar la formación del EPL y los movimientos campesinos:

La situación de las clases sociales:

Mao dividió la sociedad china de principios del siglo XX en varias clases sociales diferenciadas: alta, media y pequeña burguesía, campesinado rico, medio y pobre, proletariado y lumpemproletariado (Zedong.M,1926).

La situación de estas clases era extremadamente desigual; mientras la alta burguesía y el campesinado rico gozaban de una situación económica cómoda, las clases más pobres (los campesinos pobres y el proletariado industrial) sufrían escasez, hambruna y un trato abusivo por parte de las autoridades locales. Debido a la descentralización del poder en la China imperial, estos abusos llegaban al extremo de que “convertirse en un *mandarín*³⁰² era la única manera de la que un niño de familia no noble pudiera escapar de este círculo de injusticia y miedo”(Chang,J,1991,p.22). Es decir las clases sociales más bajas vivían en una situación deplorable.

En concreto, los campesinos pobres, no tenían tierra propia y por tanto dependían de su capacidad de trabajo para subsistir y, normalmente esto era insuficiente por tanto pasaban necesidad. Por ello, eran un colectivo en el más revolucionario, que el campesinado medio que tenía pequeñas propiedades y, mucho más que el campesinado rico que tenía suficiente tierra y no pasaba hambre.

El proletariado industrial por otro lado, trabajaba en condiciones infra-humanas y dependía de su trabajo para vivir. Tenían unos salarios ínfimos y normalmente pasaban necesidad.

Su mala situación económica junto, a la presión por parte de las clases terratenientes y de los gobiernos locales corruptos, haría que estos grupos se convirtieran en el principal motor de la revolución.

El Ejército popular de liberación

El ejército popular de liberación (EPL) es la rama militar del Partido Comunista Chino. Se fundó el 1 de agosto de 1927 con el nombre de Ejército Rojo. Este ejército surgió en Jianxi (una República Soviética dentro China con Mao como líder) durante la Revuelta de Nanchang. Este ejército lo formaron principalmente campesinos de la región que durante años tuvieron que resis-

302 Los mandarines eran los funcionarios imperiales. Chang, J (2003), *Wild swans: three daughters of China*, Cambridge: Touchstone. P.538

tir el asalto de las tropas de Kuomintang. El estado de sitio se prolongó hasta 1934 cuando las tropas comunistas y los miembros del partido decidieron emigrar a Yenán durante la llamada “Larga Marcha” que duró unos 368 días (Bolinaga.I,2013,p.39) y que empezó a dar prestigio al Ejército.

La batalla del Dadu (un afluente del río Yangtsé) fue uno de los eventos de esa marcha. La mayoría de los historiadores coinciden en que ha sido un hecho muy mitificado ya que se cuenta que los soldados del Ejército rojo repararon un puente del siglo XVII bajo el fuego de las tropas del Kuomintang, no se niega que esto sucediera, pero si se dice que el número de soldados nacionalistas era muy reducido (Bolinaga.I,2013,p.40). Sin embargo, es innegable es que este episodio aportó prestigio al ejército comunista.

El Ejército rojo, sin embargo, ganó mucho más prestigio (lo que significaba más revolucionarios uniéndose a él, particularmente campesinos) durante la invasión japonesa de Manchuria y la lucha contra el imperialismo japonés, donde se unió al ejército gubernamental para luchar contra la invasión japonesa.

Tras el fin de la Segunda Guerra Mundial, se denominó como el EPL que finalmente logró hacerse con la victoria en la Guerra Civil China (1939), lo que supuso la instauración definitiva del socialismo en China.

Movimientos campesinos

Estos movimientos consistieron (inicialmente) en la creación de asociaciones en distintas provincias chinas. Los agricultores utilizaban estas asociaciones para apoyarse y organizarse. Estas asociaciones estaban principalmente formadas por los campesinos pobres que eran los que necesitaban más ayuda y que conformaban alrededor del 70% de la población rural.

Estas organizaciones fueron, inicialmente, despreciadas por los campesinos medios y ricos que las consideraban inútiles y peligrosas para sus integrantes. Esta postura cambió cuando las asociaciones se ganaron poder llegando incluso a desafiar a los *shensi*³⁰³ y a los terratenientes y a ejecutarlos públicamente.

Este escalado de poder hizo que la mayoría de la población campesina se había afiliado a las asociaciones aunque con distintos grados de participación (Tse-tung.M,1927). Esta concentración de la masa campesina supondría un punto de apoyo para la revolución en las zonas rurales.

303 Los shensi eran gobernantes de pequeñas zonas Rurales de China, una especie de señores feudales.

Análisis de fuentes

La primera fuente a analizar es: *Analysis of the clases in chinese society*

Origen: Es un texto escrito por el propio Mao en marzo de 1926 y que ha sido recuperado de una libro (*Obras escogidas de Mao Tse-Tung* (1968) Pekín) que está publicado una página web³⁰⁴.

Propósito: Ponderar el valor de cada una de las clases sociales que Mao distinguía en la China de los años 20 para la revolución; apuntar a algunas clases como aliadas directas y necesarias de la revolución y a otras como enemigos naturales y exponer la revolución como única salida posible al capitalismo internacional que Mao identifica como causa del sometimiento del pueblo chino.

Valor: Es un documento que presenta la visión que tenía de la sociedad China la principal figura de la revolución comunista, es una fuente primaria. Además, el tener esta visión nos permite intuir como pretende Mao que se desarrolle la revolución

Limitaciones: Es una traducción del Chino, por tanto podría contener ciertos errores, además presenta la visión de un solo individuo sobre la sociedad china, que es una visión muy politizada de la realidad con lo que podría haber una manipulación de los hechos.

La segunda fuente es un libro: *La China de Mao:*

Origen: Es un libro escrito en 2013 por Iñigo Bolinaga y que presenta una visión amplia del ascenso de Mao al poder.

Propósito: Ofrecer una visión global y amplia de la evolución política de China en el siglo XX desde la última familia imperial hasta la actualidad.

Valor: Ofrece una perspectiva histórica muy amplia que permite seguir la revolución desde el principio, además, al ser una fuente secundaria ha sido redactada por un historiador que ha estudiado en profundidad y con perspectiva histórica este periodo teniendo en cuenta varias fuentes. Otra característica que le confiere valor es que es un libro pensado para el estudio luego es muy fácil de seguir.

Limitaciones: El autor no conoce los hechos de primera mano, solo mediante documentos que ya han sido manejados y estudiados antes, luego pue-

304 Tse-Tung.M (1926) *Analysis of the clases in chinese society*. Consultado en https://www.marxists.org/reference/archive/mao/selected-works/volume-1/mswv1_1.htm el día 6/01/2016

den haberse manipulado. Además al ofrecer una perspectiva tan amplia no desarrolla demasiado ningún tema específico.

Análisis

Para poder ponderar el papel del proletariado y el campesinado en la revolución comunista china debemos atender varias cuestiones: ¿había predisposición a revolucionarse en esos grupos?, ¿Qué valor tuvieron las asociaciones campesinas para la movilización? y ¿habrían tenido estas clases capacidad de movilizarse independientemente del PCCh?

En *Análisis de las clases de la sociedad china* (Tse-tung.Mao,1926), se expone que existe una clara disposición de las clases más pobres de China a apoyar la revolución, esto parece innegable dada la terrible situación económica y política que padecían estas clases (Chang.J,1991,p.22)³⁰⁵, pero no existía entre estas clases un plan revolucionario definido porque, había debate interno en el PCCh sobre si eran los proletarios los que debían llevar el peso principal de la revolución ajustándose al modelos marxista clásico o, si por el contrario eran los campesinos los que debían ser el motor de la revolución debido su mayor número (Bolinaga.I,2013,p.32), luego, inicialmente, había desorganización entre los grupos potencialmente revolucionarios.

A esta organización contribuyeron las asociaciones campesinas (Tse-tung.M,1927), que dotaron a la enorme masa campesina de grupos con los que organizarse y apoyarse, incluso, les dotó de la capacidad para enfrentarse a algunos terratenientes y *shensi*³⁰⁶ llegando a destituirlos con lo que estos grupos gozaban de cierto poder. Los documentos de Mao desvinculan la creación de las asociaciones del partido, pero si es cierto que la imagen de poder de las asociaciones se traducían en que la población rural veía fuerte al partido ya que este se apresuró en apoyar las asociaciones. Sin embargo ni Bianco ni Bolinaga dan gran importancia a estas asociaciones en sus trabajos por lo que podríamos deducir que su capacidad de movilización era limitada ya que no tomaron parte en los grandes conflictos del país.

De esta falta de historiografía acerca de las asociaciones campesinas podríamos decir que sin el PCCh estas asociaciones no habrían podido lograr por su cuenta una revolución nacional.

El elemento cohesivo esencial de las masas en el partido fue el Ejército Rojo. Este ejército, durante la guerra Chino-japonesa, demostró (integrado en

305 Como aclaración, cabe destacar que la autora de esta fuente es marcadamente anti maoísta y que, aun así, coincide con este en la mala situación de los campesinos y proletarios.

306 Op. Cit 2

el ejército nacional) que los comunistas eran tan patriotas como los nacionalistas lo que “atrajo muchas adhesiones, -pasaron de 100.000 miembros a 1.200.000-” (Bolinaga.I,2013,p.43). Es decir, el ejército no solo supuso la posibilidad de organizar las masas revolucionarias sino que brindó al partido la posibilidad de multiplicar sus apoyos.

Podríamos, en consecuencia, decir que el Ejército Popular de Liberación, fue una fuente de apoyos al PCCh además de permitirles organizar las fuerzas potencialmente revolucionarias a nivel nacional y no solo regional (como hacían las asociaciones campesinas) y que el éxito del mismo se basó en apoyo que el PCCh se había ganado entre los pueblos (Bianco.L,1999,p.44) y consecuentemente de las clases campesinas por lo que podríamos decir que estas fueron determinantes para el ascenso de Mao al poder.

Conclusiones

Tras analizar las fuentes, parece claro que tanto los campesinos como el proletariado chino del siglo XX tuvieron un papel esencial en la revolución comunista y en el ascenso de Mao.

Sin embargo, este valor no pasaba de la categoría de recurso, es decir, los campesinos y proletarios resultaron esenciales para el ascenso del PCCh al poder porque suponían su principal fuerza de choque en el ejército y porque, como colectivos tenían predisposición a revolucionarse debida su mala situación.

Aunque, aun teniendo este valor, no formaban parte de la toma de decisiones en el partido y su capacidad de movilización independientemente del PCCh se limitaba a la capacidad de movilización regional de cada una de las asociaciones campesinas que, con la creación del ejército popular de liberación perdieron relevancia, ya que este aportaba la posibilidad de movilización internacional.

En definitiva, podríamos decir que el campesinado y el proletariado tuvieron el papel de recurso, de brazo ejecutor de las órdenes de Mao y el partido durante su ascenso al poder estando integrados en el ejército y en sus propias asociaciones.

Bibliografía y fuentes

Fuentes secundarias

- Bianco.L, (1999) *Los orígenes de la revolución china (1915-1945)* Barcelona: Bellaterra. P.260
- (Esta fuente ha resultado útil para ahondar más en ciertos temas, particularmente en los movimientos campesinos y las diferentes clases sociales)
- Bolinaga,I (2013) *La China de Mao* Madrid: Anaya. P.117.
- (Este libro fue mi punto de partida al ofrecer una perspectiva global del siglo XX en China lo que permite observar la evolución del socialismo a través de los diferentes conflictos tanto nacionales como con otros estados)

Fuentes primarias

- Chang, J (2003), *Wild swans: three daughters of China*, Cambridge: Touchstone. P.538 (Esta es una novela que escribió Jung Chang. Es una biografía suya, de su madre y de su abuela a través de la cual se hace una crítica de las políticas chinas tanto imperiales como posteriores, incluyendo las revolucionarias. Es útil ya que da una perspectiva completamente opuesta a la de Mao que permite ponderar ambos puntos de vista)
- Tse-Tung, M (1926) *Análisis de las clases de la sociedad china*, extraído de: *Obras escogidas de Mao Tse-Tung* (1968) Pekín: Ediciones en Lenguas Extranjeras, consultado en <https://www.marxists.org/espanol/mao/escritos/AC26s.html> el 2/01/2016
- Tse-Tung.M (1926) *Analysis of the clases in chinese society*. Consultado en https://www.marxists.org/reference/archive/mao/selected-works/volume-1/mswv1_1.htm el día 6/01/2016 (Este ha sido una de mis fuentes primarias, pues he utilizado bastantes, y como se puede ver la he consultado en dos idiomas, inglés y español, para asegurarme de que la traducción era similar, además, todas las fuentes primarias extraídas de internet han sido contrastadas con otras páginas de la web, utilizando la herramienta, *plagiarisma.net*, para asegurar su veracidad)
- Tse-Tung, M (1927) *Informe sobre una investigación del movimiento campesino en Hunan*. extraído de: *Obras escogidas de Mao Tse-Tung* (1968) Pekín: Ediciones en Lenguas Extranjeras, consultado en

<https://www.marxists.org/espanol/mao/escritos/HP27s.html> el día 2/01/2016 (Esta fuente me aportó una idea de lo que fue exactamente el movimiento campesino y su evolución)

- Tse-Tung, M (1934) *Condiciones de vida de las masas, prestemos atención los métodos de trabajo* extraído de: *Obras escogidas de Mao Tse-Tung* (1968) Pekín: Ediciones en Lenguas Extranjeras, consultado en <https://www.marxists.org/espanol/mao/escritos/WMMW34s.html> (Este texto da una idea de la planificación de la fuerza obrera y de las condiciones en que se encontraban las clases chinas más pobres, en particular las "masas", es decir, los campesinos).

Imagen de la portada

- Extraída de. Imagen de: <http://www.historiasiglo20.org/HM/8-3a.htm>

¿En qué medida fue utilizada la evacuación de niños españoles a la URSS durante la Guerra Civil Española como elemento propagandístico?

Marina Verdejo Lahoz



Plan de investigación

En esta investigación estudiaré el caso de la evacuación de niños españoles pertenecientes a familias republicanas a países extranjeros durante la Guerra Civil Española, poniendo especial atención a los que fueron evacuados a la Unión Soviética. La finalidad de mi investigación será definir en qué medida la evacuación de dichos niños fue utilizada para fines políticos propagandísticos.

Para ello, seleccionaré como fuente de información diversas fuentes primarias como testimonios, fotografías y cartas que fueron escritas por dichos niños y han sido recopiladas en obras historiográficas, pudiendo así reconstruir y analizar, a partir de sus memorias, el contexto que rodeó dicha evacuación. En segundo lugar, utilizaré una serie de artículos de prensa relevantes proporcionando la información política y propagandística destacada de la época. Por último, las fuentes historiográficas y tesis ofrecen un análisis de los fines ideológicos de la utilización de la infancia como elemento propagandístico desde una perspectiva histórica más amplia de los sucesos.

Posteriormente, analizaré la fiabilidad de las fuentes empleadas y las contrastaré para realizar un análisis más objetivo de la situación con respecto a la información que aportan.

Finalmente, teniendo en cuenta la realizada evaluación de las fuentes y el análisis de los hechos estableceré una conclusión para poder responder sintéticamente a la cuestión planteada.

Resumen de la información encontrada

Contexto histórico

Desde la sublevación militar de 1936 quedaron establecidas dos ideologías como resultado del fracaso parcial del golpe, los fieles a la República y los que apoyaron el alzamiento (Ocaña, 2005).

La evacuación y emigración republicana

Para su protección la población civil fue evacuada, principalmente, a la zona levantina. Fueron rescatados 37.487 niños de entre 5 y 15 años de zonas peligrosas (Castillo, 1999: pág. 59) por parte del Consejo Nacional de la Infancia Evacuada, que creó numerosas residencias colectivas.³⁰⁷

La Segunda República decidió enviar a menores a países extranjeros, especialmente a Francia, Bélgica, Reino Unido, México, Suiza, Dinamarca y la URSS (Solano, 1999). El país que más niños acogió fue Francia con 20.000, seguido por Gran Bretaña con 4.000 y Bélgica con 5.000 (Marqués, 2003: pág.52).

Fueron 2.895 los niños evacuados a la Unión Soviética entre 1937 y 1939. En su estudio, Zafra, Greco y Heredia (1989), descubrieron que en su llegada a Rusia fueron acondicionados fraternalmente en las “Casas de Niños” que contaban con planes educacionales y actividades.

La invasión alemana

El bienestar de los niños duró hasta 1941 cuando Hitler lanzó la operación Barbarroja en la que ocuparía la línea Leningrado-Moscú-Kiev y la Unión Soviética entró en la II Guerra Mundial. La evacuación temporal de los niños se convirtió en un exilio debido al régimen estalinista, haciendo muy difícil regresar a España. Pese a la ayuda británica y estadounidense³⁰⁸, el 40% ya habían muerto en 1943, muchos de hambre (Noguera, 2013).

Muchos solicitaron regresar a España, pero el retorno no sucedió hasta 1956 ya que la respuesta de las autoridades fue negativa³⁰⁹ y Stalin se negaba a reconocer el gobierno franquista.³¹⁰

307 Recuperado del artículo incluido en el Anexo: La República y los niños. (02/12/1937) ABC, pág. 8

308 Recuperado de los artículos incluidos en el Anexo: “Churchill ofrece la ayuda de Inglaterra a Rusia. (24/06/1941) ABC, pág. 8” y “Se firma un acuerdo con Rusia. Ayuda económica y prioridad y rapidez en la entrega de pedidos. (05/08/1941) ABC, pág. 5”

309 Recuperado del artículo incluido en el Anexo: Los juguetes rotos de Stalin. (14/06/1998) La Vanguardia, pág. 11

310 Stalin: “A mí me entregó la República estos niños, y yo se los devolveré a la República” (Tcach,2010)

Los “niños de guerra” como elemento propagandístico

La estancia de niños españoles en ciudades como Leningrado o Moscú tuvo un trasfondo propagandístico que demostraba el apoyo soviético a “la lucha heroica del pueblo contra el fascismo” (Pizarroso, 2005: pág. 280). El seguimiento de sus vidas produjo reportajes en la prensa y radio, así como cortometrajes y fotografías de jóvenes sonrientes (Pizarroso, 2005: pág. 335). El cartelismo republicano incorporó el tema de la infancia (Pérez, 1987: pág. 375) empleando la imagen de niños indefensos ante la destrucción para fines ideológicos (Sierra, 2009: pág. 31) y como “arma arrojadiza en los discursos de ambos sectores de la población” (Castillo, 2009: pág. 109).

La defensa de la causa republicana había movilizado a contingentes de distintos países a través de las Brigadas Internacionales, influyendo en las relaciones internacionales y el estallido de la II Guerra Mundial (Garrido, 2008: pág. 8). Los medios españoles republicanos elogiaron a los rusos por su solidaridad (Pizarroso, 2005: pág.256), como puede demostrarse en la frase de Martínez Barrio recogida en la prensa: “Como español, como demócrata y como artesano de una sociedad, debo a Rusia gratitud. ¡Eterna gratitud!”.³¹¹ Así, los medios españoles se encargaron de describir la felicidad de la vida soviética y la solidaridad de un país hermano (Castillo, 1999: pág.272). Mientras tanto, la prensa soviética presenta a unos niños felices y sanos, exaltando la idea de la infancia en un país socialista que se preocupaba por el futuro de los niños (Castillo, 1999: pág. 341) y destacando la figura de Stalin.

Por su parte, la dictadura franquista utilizó a los “Niños de guerra” para una propaganda antisoviética (Garrido, 2008: pág. 8) considerando la evacuación como “el expolio de los niños” y descalificando la actuación de las organizaciones para desacreditar al Partido Comunista y a la ideología de izquierdas bajo la legitimidad de “la Patria” (Castillo, 1999: pág. 108).

Evaluación de las fuentes

En primer lugar, la *fente A* de mi investigación son una serie de artículos de prensa³¹² publicados entre 1937 y 1941 extraídos del periódico español ABC, junto con algunas publicaciones de 1998 de la Vanguardia.

El propósito de la prensa tanto franquista como republicana no solo fue informar, sino que prestaba un fin propagandístico que pretendía modelar los ideales de la población e influir en la opinión pública para lograr una movili-

311 Recuperado del artículo incluido en el Anexo: Un emocionado elogio de Don Diego Martínez Barrio a la URSS.(18/08/1937) ABC, pág.7

312 Los artículos de prensa seleccionados en esta investigación se incluyen en el Anexo.

zación antirrepublicana o antifranquista de masas, convirtiéndose en el principal elemento propagandístico del siglo XX.

La prensa nos proporciona una información muy valiosa porque nos presta un registro de los eventos importantes de cada día, los más trascendentes entre la opinión pública de cada sector de población y los ideales de ambos bandos.

Sin embargo, una limitación de esta fuente es que puede haber estado sometida a la censura como solía ocurrir en los regímenes dictatoriales. Además, como frecuentemente la prensa era utilizada como instrumento propagandístico y de difusión ideológica, la información podría haberse manipulado previamente y ser algo subjetiva ya que los artículos estarán inclinados hacia la postura e ideología del autor.

La *fuentes B* es la obra historiográfica titulada *Los niños españoles evacuados a la URSS (1937)* de Enrique Zafra, Rosalía Crego y Carmen Heredia, que realizaron un estudio sobre la historia de la población infantil que marchó a la Unión Soviética durante la Guerra Civil Española.

El propósito de dicha obra es narrar, analizar y divulgar el conocimiento de este episodio histórico así como las diferentes interpretaciones históricas y sus experiencias personales, según el autor, “a cualquier lector interesado de los resultados de nuestras investigaciones”, utilizando fuentes primarias como cartas de los niños, testimonios y fotografías.

La fuente posee un gran valor, pues ofrece un estudio y análisis detallado del tema a partir de fuentes muy directas. Enrique Zafra fue uno de los educadores de “Los Niños de Rusia”, lo que convierte la obra en una memoria de sus vivencias, que en cierto modo, aumenta su valor ya que tiene experiencia directa con los hechos. Las abundantes referencias en las que se ha basado demuestran que es un estudio en perspectiva y al tratarse de un trabajo colectivo es menos probable la pérdida de objetividad.

Su límite para mi investigación es que no profundiza en el tema de la propaganda que necesitaría estudiar ya que se centra en un periodo amplio de tiempo y no puede profundizar suficientemente. Además, al basarse en sus memorias posiblemente narre los hechos con una perspectiva un tanto personal y subjetiva, o estar sujeta al olvido.

Análisis

Lo primero que cabe destacar de este episodio histórico es la relevancia que presenta en el estudio de la población infantil de la Guerra Civil Española.

Observando la información encontrada se puede comprobar que este acontecimiento tuvo una gran influencia en la propaganda de ambos bandos y

quedó reflejada tanto en la prensa como en los carteles políticos propagandísticos. Como ya he mencionado en la evaluación de fuentes, dicha propaganda pudo influir directamente en la opinión pública, además de impactar enfáticamente en la situación europea con el posterior estallido de la II Guerra Mundial. Este suceso originó una batalla ideológica entre el fascismo y el comunismo (Prieto, 2005).

Los niños españoles fueron utilizados como método propagandístico comunista para que la protección de niños quedara vinculada exclusivamente a la URSS.³¹³ Lo que la propaganda comunista veía en ellos, según algunas interpretaciones historiográficas, era la futura élite política en una república socialista que surgiría tras la victoria en la guerra (Arcas, 2006). Rusia no permitiría la repatriación de niños porque el PCE temía que los repatriados hicieran propaganda antisoviética y consideraba como un pecado querer volver junto a Franco (Queimada, 2015).

Ante esta campaña, la España franquista ensalzaba las maldades republicanas y bondades sublevadas mostrando que los niños eran utilizados propagandísticamente, quedando reflejado en la prensa.³¹⁴ Para el régimen franquista la cuestión de los niños evacuados fue una de las mayores aberraciones posibles y pretendieron expandir internacionalmente su idea para conseguir apoyo internacional para ganar la guerra. El Gobierno franquista publicó en la prensa notas de protesta como que los niños fueron arrebatados de sus familias contra su voluntad y quedó plasmada la idea nacional de que los niños habían sido “arrancados villanamente en flor, de la Patria en la que habían nacido para transportarlos a países extraños, donde solo habían de aprender a odiar España y a sus semejantes” (Baelo, 2014) así como que “...se dejaron arrebatar los hijos en ocasión en que las tropas nacionales avanzaban sobre la villa...Rusia no devuelve ni a los hijos de los “rojos” que huidos más tarde al extranjero, los reclaman sin descanso.”³¹⁵

Dicha propaganda antisoviética consiguió que los medios extranjeros que apoyaban a los sublevados publicaran noticias sobre la crueldad de las autoridades republicanas por consentir la separación familiar.

Sin embargo, diversos historiadores consideran que la evacuación de niños sin el consentimiento de los padres podría no ser cierta, pues solamente era utilizada como herramienta propagandística y para propios beneficios del

313 Recuperado del artículo incluido en el Anexo: Los juguetes rotos de Stalin. (14/06/1998) La Vanguardia, pág. 10

314 “Han sido arrancados de sus hogares, como tantas otras veces, para que sirvan de niños propaganda de los rojos”. Recuperado de: Los humanitarios rojos. (03/12/1938) ABC, pág. 9

315 Recuperado del artículo incluido en el Anexo: La exportación de generaciones. (11/12/1938) ABC Sevilla, pág. 4

régimen como era la glorificación de Franco, que fuera recordado como “el Salvador” y la exaltación patriótica de la causa nacional. Se les presentó la oportunidad de cumplir este objetivo con el caso de los niños evacuados que más tarde iban siendo “recuperados por la Patria”, exaltando la consideración de este acontecimiento como “el gran crimen marxista” o como “la maquinación comunista sobre los niños robados a España” (Castillo, 1999: pág. 108).

Analizando la situación, la historiografía interpreta que la utilización de la infancia como un objeto de opinión pública que perseguía la legitimación de los principios por los que se luchaba en cada zona contribuyó a que la propaganda soviética llegara a integrarse en la cultura política española ya que la idea de un cambio en la sociedad quedó reflejada en la propaganda soviética (Castillo, 1999: pág.388). De esta manera, quedaría vinculada la propaganda entre organizaciones soviéticas y españolas.

Conclusión

Tras analizar la influencia de los niños evacuados a la URSS en la propaganda podríamos establecer las siguientes conclusiones que responden al grado de utilización de menores propagandísticamente.

En primer lugar, se realizó una fuerte propaganda infantil para sensibilizar a otros países y conseguir la acogida de niños en tierras extranjeras, comportando un ejemplo de solidaridad internacional.

Asimismo, la evacuación de niños influyó en gran medida en el comienzo de una batalla ideológica entre el comunismo y el fascismo.

Sin embargo, la intención de los dirigentes españoles y soviéticos pudo no ser hacer propaganda con ellos, pero fue el resultado final. Se decidió evacuar a niños para evitarles las calamidades bélicas pero resultaron ser útiles en la batalla ideológica ideada entre ambos.

Por otro lado, puede que las autoridades comunistas quisieran demostrar al régimen franquista que la propaganda y la promoción social en un país socialista estaba más al alcance de toda la población.

Del mismo modo, la utilización de la infancia como tema propagandístico llegó a tal punto que puede que la propaganda soviética llegara a formar parte de la cultura política española.

Finalmente, la infancia se transformó en un arma de lucha empleando a los niños ideológicamente, para reclamar organizaciones de donativos y conseguir el envío de armas, alimentos, medicamentos o dinero para ganar la guerra.

Fuentes

Artículos de prensa

- Un emocionado elogio de Don Diego Martínez Barrio a la URSS. (18/08/1937) *ABC*, pág. 7
- La República y los niños. (02/12/1937) *ABC*, pág. 8
- Los humanitarios rojos. (03/12/1938) *ABC Sevilla*, pág. 9
- La exportación de generaciones. (11/12/1938) *ABC Sevilla*, pág. 4
- Churchill ofrece la ayuda de Inglaterra a Rusia. (24/06/1941) *ABC*, pág. 8
- Se firma un acuerdo con Rusia. Ayuda económica y prioridad y rapidez en la entrega de pedidos. (05/08/1941) *ABC*, pág. 5
- Los juguetes rotos de Stalin. (14/06/1998) *La Vanguardia*, pág. 10-11
- Arcas, F. (08/01/2006), La guerra civil española. DVD 10: Los Niños de Rusia, *Diario Sur*. Recuperado de: <http://www.diariosur.es/pg060108/prensa/noticias/Sociedad/200601/08/SUR-SOC-136.html>
- Queimada (18/06/2015). Historia y vivencias de los conocidos como los “niños de Rusia”, *Nueva Tribuna*. Recuperado de: <http://www.nuevatribuna.es/articulo/cultura---ocio/harina-costal/20150617113250117259.html>

Bibliografía

- Zafra, E., Crego, R. y Heredia, C. (1989) *Los niños españoles evacuados a la URSS (1937)*. Madrid: ediciones de la Torre, 221 págs.
- Sierra, Verónica. (2012). Guerra e infancia. *Palabras huérfanas: los niños y la guerra civil*. Madrid: Taurus, págs.25-45
- Marqués, P., Egido, A., Alonso, J., Benjamín, N. (2003). *El exilio de los niños*. Madrid: Fundación Pablo Iglesias y Largo Caballero. Catálogo de exposición, págs. 38-113
- Baelo Álvarez, M. (2014). *Los orígenes de la adopción desde una perspectiva sociojurídica*. Librería-Editorial Dykinson, págs. 225-227

Páginas web

- Solano, Jaime (2008) *Los niños que nunca volvieron*, accedido el 29/12/2015 desde: <http://www.losninosquenuncavolvieron.es/contexto-historico/>
- Ocaña, Juan Carlos. (2005) *La sublevación militar. El desarrollo de la guerra civil. Evolución política de las dos zonas durante la guerra civil*,

accedido el 31/12/2015 desde: <http://www.historiasiglo20.org/HE/14a-1.htm>

- Noguera, Jaime (2013), *Los niños de la guerra en la propaganda soviética*, accedido el 31/12/2015 desde: http://es.rbth.com/cultura/2013/09/05/los_ninos_de_la_guerra_en_la_propaganda_soviética_31871
- Tcach, E. (2010), Capítulo 10: El fin de la guerra. Corazón dividido. [Mensaje en un blog], accedido el: 02/01/2016 desde: <https://corazondividido.wordpress.com/2010/11/15/capitulo-12-el-fin-de-la-guerra/>
- Prieto, J. L. (2003). El exilio de los niños españoles en la Unión Soviética. Recuperado de: <http://www.nodulo.org/ec/2003/n014p06.htm>

Estudios historiográficos y tesis

- Castillo Rodríguez, Susana. (1999). *Memoria, Educación e Historia: el caso de los niños españoles evacuados a la Unión Soviética durante la Guerra Civil Española*. (Tesis doctoral) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Recuperada de: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19972000/S/1/S1026701.pdf>
- Pizarroso Quintero, Alejandro. (2005). *Propaganda y política de la Unión Soviética en la Guerra Civil Española (1936-1939)*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Recuperada de <http://eprints.ucm.es/tesis/19972000/S/3/S3042601.pdf>
- Garrido Caballero, M. (2008). Las relaciones culturales hispano-soviéticas contemporáneas a través de las asociaciones de amistad. En *I Encuentro de Jóvenes Investigadores en Historia Contemporánea de la Asociación de Historia Contemporánea: Zaragoza, 26, 27 y 28 de septiembre de 2007* (p. 12). Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Pérez Delgado, T. (1987). Diario de un miliciano de la Cultura y La infancia en la cartelística Republicana de Guerra. Recuperado en: http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/79452/Diario_de_un_miliciano_de_la_Cultura_y_L.pdf?sequence=1

Anexo

La selección de los artículos de prensa citados en la investigación que se recogen en este anexo:

Un emocionado elogio de Don Diego Martínez Barrio a la URSS.(18/08/1937) ABC, pág.7

UN EMOCIONADO ELOGIO DE DON DIEGO MARTINEZ BARRIO A LA U. R. S. S.

"Rusia de Hoy", órgano de la Asociación de Amigos de la Unión Soviética, en su último número, publica una encuesta sobre Rusia, en la que se pregunta a destacadas personalidades de la política su opinión acerca del gran país socialista.

En las dos preguntas hechas al ilustre presidente de las Cortes y jefe del partido de Unión Republicana, la clara visión del gobierno se proyecta, con ponderada justicia, sobre la solidaridad, adhesión y ayuda de la U. R. S. S. a la España republicana, que lucha por la Libertad y por la Democracia. Con emocionada gratitud y con promesa sincera de no olvidar que, en hombre de los prestigios del Sr. Martínez Barrio, quiere decir que en el futuro sabrá rendir culto a la amistad, tejida en horas difíciles y decisivas.

«Como español, como demócrata y como artesano de una sociedad mejor, debo a Rusia gratitud»

—¿En qué medida cree usted que ha apoyado Rusia a España?

—En la necesaria para que se haya evitado la derrota de la República. Como español, como demócrata y como artesano de una sociedad mejor, debo a Rusia gratitud. ¡Eterna gratitud! Nos ha auxiliado y nos ha alentado generosa y desinteresadamente. Es posible que pasados unos años, o unos meses, se marchite el recuerdo y hasta se regatee la eficacia del concurso. No figuraré yo entre los desmemoriados. La vida futura de Europa que se está trazando en los campos españoles y por el heroísmo de los españoles, hubiera cambiado su rumbo si en septiembre y octubre, cuando se nos condenaba al vencimiento, no hubiéramos tendido para apoyarnos la vista hacia aquellos días y me siento asistido de la mano fuerte y fraternal del pueblo ruso. Vuelvo

a mi emoción. Ni he olvidado ni, aunque quisiera, podría olvidar.

«Sin Rusia, el eje Berlín-Roma acabaría rápidamente con la Democracia»

—¿Cuál es su opinión acerca de la reconstrucción de Rusia?

—El desarrollo económico e industrial de Rusia mueve a la admiración. Un pueblo resignado convertido en un pueblo ágil y emprendedor. Una economía agraria, y por tanto, conservadora, transformada en economía industrial, de amplia visión y ambición histórica. Y todo ello, entre el trastorno de la guerra y del proceso revolucionario y de las luchas interiores del partido gobernante. Sencillamente admirable. Se puede explicar, a medias, el fenómeno por la existencia previa a la revolución de un fuerte núcleo doctrinario, a la cabeza del cual estaba un hombre genial, que sabía querer y crear. A medias, tan solo. Porque seguramente han concurrido otros factores, entre los que cuento el buen sentido del pueblo ruso, que después de haber encontrado su camino político lo sigue tenaz y pacíficamente.

Ahora mismo reprochan a Rusia el que abandone una política meramente classicista para hacer otra de carácter nacional. Los propios fundamentos de la crítica demuestran cuán exacta e inteligentemente se ha situado el Gobierno de los Soviets. Nunca ha constituido Rusia mayor peligro para las dictaduras que el que constituye hoy. Su enorme fuerza militar sirviendo los designios del desarrollo de la Democracia en el mundo, es un freno al apetito imperial de las naciones autocráticas. En el mapa europeo, la Federación de Repúblicas Soviéticas se cotiza como elemento indispensable de ponderación y compensación. Sin Rusia, el eje Berlín-Roma acabaría rápidamente con la Democracia.

tormentos en la formidable defensa que han emprendido. Pero será a condición de que se detengan alentados por todos, cosa que sólo puede cumplirse si acertamos a conseguir que la retaguardia hortera no produzca otras pesadumbres que las que puedan ocasionar los enemigos en los frentes." Febus.

Valencia 17, 4 tarde. El mismo periódico insiste en el artículo de contrafondo en la necesidad de acortar la intensidad de la propaganda oral, y dice:

"En las actuales circunstancias no es posible mantener este inmenso alboroto de los discursos, que se prodigan con tanta insistencia como para constituir un mal evidente. Necesitamos este sedante del silencio, que nos traerá en seguida una postura adecuada para la guerra. El Gobierno debe plantearse esta necesidad y resolverlo como conviene por interés de nuestra causa."—Febus.

Nuevo servicio de telegramas-cartas

Valencia 17, 12 noche. El ministro de Comunicaciones ha manifestado que a partir del 1.º de septiembre se admitirá en España una categoría especial de telegramas-cartas para el régimen europeo, a excepción de Irlanda, Islandia y Turquía. Los países para los cuales podrán admitirse dichos telegramas serán todos los demás de Europa y los otros inscritos en el régimen europeo, incluso Tángor, zona francesa de Marruecos, Argel y Túnez. La tasa será igual al cincuenta por ciento de la relativa a los telegramas ordinarios, con un mínimo de veinticinco palabras. Podrán depositarse en todas las oficinas telegráficas, y se entregarán a los destinatarios en la fecha inmediata a la de su depósito. La mejora aliviará los posibles inconvenientes que las circunstancias han hecho crear y facilitará las relaciones comerciales de la España leal.—Febus.

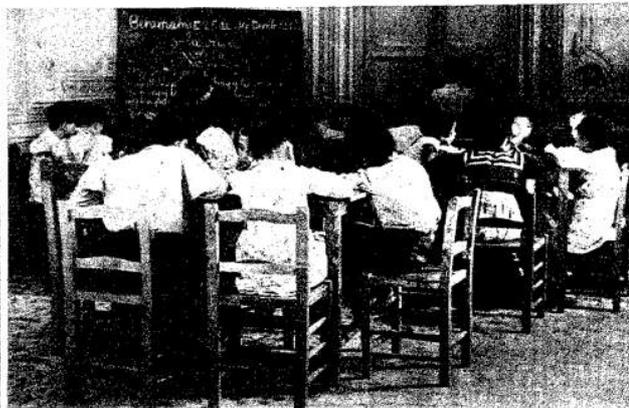
El Comité de Cataluña de la U. G. T. toma importantes acuerdos

Barcelona 17, 12 noche. El Comité de Cataluña de la U. G. T. ha acordado ratificar la confianza y adhesión a los Gobiernos de la República y Cataluña; saludar al Comité nacional del partido socialista obrero español y al Comité central del partido comunista de España, por los esfuerzos que

La República y los niños. (02/12/1937) ABC, pág. 8



El comedor de la Residencia Infantil, instalada en Ribarroja (Valencia).



La hora de clase en la Residencia Infantil de Benimamet (Valencia).

LA REPUBLICA Y LOS NIÑOS

El problema de la infancia evacuada

Uno de los motivos más dolorosos de la guerra es el de los niños que quedan sin hogar; los hijos de los caídos en el frente; los que vienen con sus padres arrastrando un largo éxodo a través de días de terror y miserias, los que sienten acrecentada su pobreza de antes por las miserias que la guerra trae consigo.

La angustia es más intolerable en un niño, las privaciones son también mayores y causan estragos más irreparables que en una persona ya formada.

Nuestra lucha, la lucha del pueblo español contra el fascismo, es una lucha por el porvenir, por un futuro de esplendor que no podemos dejar que se marchite ni se frustre. Defender la infancia de hoy; defenderla de las privaciones materiales y de la tristeza imborrable del desamparo, es parte esencialísima de nuestra lucha contra las oscuras fuerzas que pretenden arrebatar al pueblo español su glorioso destino humano.

Desde el primer momento el Gobierno se ha afanado por que así fuera y dirigió sus mayores atenciones y cuidados, sin abandonarlos un solo momento, a esta obra de

salvar nuestro mejor tesoro, el tesoro humano en que se funda nuestro porvenir. Varios organismos oficiales se han preocupado de ello y otras entidades particulares como el Socorro Rojo Internacional, la Liga de Mujeres contra la Guerra y el Fascismo, etc., la F. U. E.... El ministerio de Instrucción pública, entendiéndolo que era parte integrante de su función el resolver este problema en todos sus aspectos, acometió por su parte la obra con todo entusiasmo, creando primero la Delegación de Colonias y, para una mayor eficacia y extensión del trabajo, el Consejo Nacional de la Infancia Evacuada.

La labor de este Consejo estriba en ir recogiendo los niños que salen evacuados de Madrid y de otras zonas de peligro. Pero albergar a un niño no es una simple función de ponerle al resguardo de abusos y aviones; no es solamente tampoco procurar que nada le falte en su alimentación e higiene; es asumir la tarea de educarle, de instruirle, para que estos años de formación, que son los de la infancia, no dejen en su vida un irreparable vacío, que más tarde nada ni nadie podría llenar.

La premura y la urgencia terrible de los acontecimientos ha hecho, que los niños se fueran acomodando de dos maneras: unos, en las Residencias colectivas, donde viven con sus maestros en una verdadera comu-

nidad familiar; otros eran recogidos por familias que generosamente se habían brindado a ello; en los pueblos donde están estos niños hay, igualmente, uno o varios maestros encargados de dar las clases con toda normalidad.

Pero la tendencia actual del Consejo Nacional de la Infancia Evacuada es crear Residencias colectivas, tantas como sean necesarias, para que los niños convivan con sus maestros continuamente y encuentren en este régimen todas sus necesidades corporales y educativas cubiertas. La experiencia ha sido, desde luego, más favorable para estas residencias que para el régimen familiar, siempre sujeto a mayores contingencias.

Estas Residencias están casi todas enclavadas en la zona de Levante, la más tranquila y mejor por su clima para los niños. La provincia de Valencia, la de Alicante y la de Castellón son las que mayor número albergan de Residencias.

A nadie se le puede ocultar los obstáculos que para una obra tan amplia y de necesidad tan urgente ha de haber. Incansablemente, continuamente el Consejo Nacional se afana por perfeccionar su trabajo, por completar las instalaciones, por proporcionar a los niños una educación completa, que haga de ellos los hombres fuertes, sanos y cultos que todos deseamos.

Los humanitarios rojos. (03/12/1938) ABC, pág. 9

LOS HUMANITARIOS ROJOS

La bárbara exportación de los niños españoles a Rusia

Burgos 2, 11 noche. Comunican de Amberes que el buque soviético *Félix Zerpornsky* salió de dicho puerto para Rusia, llevándose a 150 niños españoles recién llegados de Valencia, y cuya edad oscila entre año y medio y quince años.

Estos niños, en su mayoría, han sido arrancados de sus hogares, como tantas otras veces, para que sirvan de propaganda a los rojos. Allá, en Rusia, bajo las inclemencias de su clima y hundidos en la miseria de su clima moral, serán paseados por las ciudades bárbaras que tiranizan Stalin y su banda, y se les inculcará en sus almas abiertas a todas las sugerencias el ideal negativo, cruel y lleno de odio de la doctrina marxista.

De todos los crímenes de los rojos, ninguno hay que pueda compararse al que realizan con los niños españoles, encanallando y prostituyendo sus conciencias en estos éxodos, en los que quedan aislados y sin apoyo alguno frente a los peores instintos humanos.

La exportación de generaciones. (11/12/1938) ABC Sevilla,
pág. 4

LA EXPORTACION DE GENERACIONES

Nuevamente "exporta" niños a Rusia la España roja. Y nuevamente se protesta desde Burgos de que el mundo continúe impávido ante esta crueldad de tipo perfectamente vengativo. La España macabra del doctor Negrín se presta a todas las experiencias que quiera realizar sobre ella la delirante estupidez soviética, y en estos momentos, por lo visto, Moscú exige más "material" humano, más niños que le permitan llegar a la obtención pura del hijo químicamente huérfano.

Porque estos "peques" no volverán nunca y sus padres no los verán más...

La información oficial es probablemente optimista. "Será—dice—muy difícil rescatarlos." Yo sé que será imposible.

He hablado con familias que vivieron en Bilbao durante el dominio de la Horda y se dejaron arrebatar los hijos en ocasión en que las tropas nacionales avanzaban sobre la villa. Eran momentos de desorientación y de amenazas. Los que tuvieron la fortuna de que sus hijos fueran enviados a Inglaterra o a Francia o a Bélgica, por ejemplo, ya los tienen de nuevo en casa. Ha bastado para que lo consiguieran el deseo de los padres. Los que los vieron zarpar en un buque para las costas lívidas de Rusia, no han vuelto a saber de ellos. Es inútil el S. O. S. que lanzan estas familias angustiadas. Y son inútiles todas las gestiones que realizan a través de los organismos internacionales.

Pero hay más aún. Rusia no devuelve ni a los hijos de los "rojos" que, huidos más tarde al extranjero, los reclaman sin descanso.

"No entregaremos los niños—contesta Rusia—hasta que termine la guerra." Esto quiere decir, "hasta que triunfe Barcelona". Es decir, ¡nunca!

Uno acaba por no comprender al mundo. Todas las linotipias y todas las rotativas de la tierra se han estremecido de emoción y se han agitado, ante el secuestro de un niño en Francia, en Inglaterra o en Norteamérica. Porque esto le ocurrió una vez a un hijo de Lindberg, vibró de indignación el universo entero. El "kidnapper" está considerado como el criminal más odioso que haya producido el genio del mal. Rusia, en cambio, puede dedicarse al por mayor a esta operación siniestra, puede "taxiorizarla", sin que nadie se conmueva.

La España roja continúa enviando niños españoles a la nieve espectral de las ciudades rusas; a sus comedores mugrientos; al olor pecuario de sus mucronumbres martirizadas; a sus escuelas mixtas de intercambio sexual; a la estepa de los sin Dios y de los sin Patria y de los sin Lírica... No se contenta con exportar oro y alhajas y cuadros, ni

Churchill ofrece la ayuda de Inglaterra a Rusia. (24/06/1941) ABC, pág. 8

Churchill ofrece la ayuda de Inglaterra a Rusia

Londres 22. El primer ministro, Churchill, ha pronunciado esta noche un discurso radiado, en el que dijo, entre otras cosas: "He escogido para hablaros el momento en que llegamos a uno de los puntos culminantes de la guerra. A las cuatro de la madrugada de hoy, los alemanes han atacado e invadido Rusia. Por su parte, la Gran Bretaña ha ofrecido toda la ayuda material y económica posible a la nueva víctima de Alemania. Las divisiones alemanas se habían ido concentrando día tras día a lo largo de la línea que se extiende desde el mar Blanco hasta el Negro, y de pronto, sin una declaración de guerra, sin un ultimátum, una lluvia de bombas ha empezado a caer sobre las ciudades rusas, mientras las tropas de Hitler violaban la frontera."

Ataca durísimamente al nacionalsocialismo, afirmando que Hitler pretende apoderarse del trigo y del petróleo rusos y lanzar al pueblo soviético "al hambre más espantosa que registra la Historia", y continúa: "Dentro de seis meses, el peso de la ayuda que recibiremos de los Estados Unidos en material de guerra de toda clase, sobre todo en aparatos pesados de bombardeo, empezará a dejar sentir sus efectos. Esta guerra no es una lucha de clases: es una guerra en la que el Imperio británico y la comunidad de naciones íntegra están comprometidos, sin distinción de raza, confesión o partido."

La posición del Gobierno británico es ésta: No tenemos más que un fin y un objetivo: destruir a Hitler y a todos los vestigios del régimen nazi, y prestaremos toda la ayuda que podamos a Rusia y al pueblo ruso.

El peligro de Rusia es nuestro propio peligro y el de los Estados Unidos. Bombardearemos Alemania día y noche, y cada mes haremos tragar al pueblo alemán una dosis más amarga y mayor que la que él administra a los demás".—EFE.

Se firma un acuerdo con Rusia. Ayuda económica y prioridad y rapidez en la entrega de pedidos. (05/08/1941) ABC, pág. 5

Se firma un Acuerdo con Rusia. Ayuda económica y prioridad y rapidez en la entrega de pedidos

Washington 4, 12 noche. Después de haber conferenciado con Summer Welles, el embajador de la U. R. S. S., Umansky, ha declarado que ha sido firmado un nuevo Acuerdo entre la Unión Soviética, y los Estados Unidos, por el que la nación norteamericana promete toda la ayuda económica posible a Rusia, así como prioridad y rapidez en la entrega de los pedidos. Serán examinadas las facilidades de navegación para el transporte de mercancías a la U. R. S. S. El importe de las compras que Rusia se propone hacer a los Estados Unidos no se menciona en el nuevo Acuerdo. Umansky dijo a los periodistas que este Acuerdo y el cambio de notas entre los dos países significa una expresión de confianza, y que la ayuda económica norteamericana supondrá una mayor resistencia militar rusa, a Alemania. "Es inútil que diga—añadió Umansky—que estoy profundamente satisfecho y que sé que millones de personas en todo mi país gozarán de este mismo sentimiento. La popularidad y el prestigio de los Estados Unidos, que siempre fueron grandes en mi país, serán reforzados."—EFE.

Los juguetes rotos de Stalin. (14/06/1998) La Vanguardia, pág.

10-11

Los juguetes rotos de Stalin

Un historiador revela la trágica verdad de los niños de la guerra en la URSS

Uno de los episodios menos conocidos y sin embargo más terribles de la historia reciente de España fue el trágico destino de muchos de los niños enviados a la Unión Soviética como refugiados durante la Guerra Civil. De su infortunio fueron cómplices silenciosos los dirigentes del PCE instalados en el exilio de Moscú

Por César Vidal

Habían pasado ya varios meses desde el estallido de la guerra civil española cuando, haciendo las víctimas civiles que podían ocasionar los bombardeos del arma aérea de Franco, se planteó la posibilidad de evacuar a un determinado número de niños a distintos países extranjeros. Aunque los lugares de destino fueron variados —de Gran Bretaña a Bélgica pasando por Francia— la propaganda comunista logró que en la mente de buen número de españoles la protección de los niños quedara vinculada de manera casi exclusiva a la URSS. Esta actitud sirvió de arma propagandística, pero sobre todo tuvo el resultado de correr un siniestro velo sobre uno de los episodios más trágicos de la historia reciente de España.

Los niños que llegaron a la URSS, unos cinco mil aproximadamente, fueron inicialmente objeto de un buen trato. Se les asignaron escuelas en las que conservaron maestros españoles y se les dispuso la enseñanza en su lengua natal. Sin embargo, la situación cambió radicalmente al producirse el final del conflicto, y especialmente desde el momento en que Stalin firmó su pacto de no agresión con la Alemania de Hitler. Para entonces, España había dejado de ser interesante para el dictador del Kremlin. No es extraño, por ello que, a la vez que cerraba las puertas a nuevos refugiados españoles, los niños fueron arrastrados de su situación inicial para verse sumergidos en otra muy distinta. Obligados a estudiar predominantemente en ruso, debieron sumarse a su actividad escolar trabajos físicos de notable envergadura. En invierno, semejante deber se tradujo en la tala de árboles previa al desayuno y en verano, en las más diversas faenas agrícolas.

Este sistema de vida tuvo terribles consecuencias para los niños. No sólo se resquebrajó su rendimiento escolar, sino también su salud. En el curso 1941-42, una inspección médica realizada por el Comisariado de Educación puso de manifiesto que más de un 50 % de los niños padecía tuberculosis y otro 30 % sufría de un estado de pre-tuberculosis. En ese curso no menos del 15 % de los niños había muerto. Pero la desgracia no se limitaba a los niños ya escolarizados. En buena medida, el destino de los recién nacidos re-

sultaba peor. En 1940, en Krematorok, de los catorce niños nacidos trece murieron a las pocas semanas de destrucción. El cuadro —repetido en lugares como Gorki, Jarkov y Rostov— se debía fundamentalmente a la actitud de las autoridades soviéticas, especialmente cicateras a la hora de entregar leche o medicinas a los españoles.

En lugares remotos

No resulta sorprendente que algún maado del PCE creyera conveniente hacer a los adolescentes la recomendación de enrolarse en el Ejército Rojo como la única manera de eludir el espectro del hambre. Lamentablemente, lo peor quedaba por venir.

La invasión de la URSS por Hitler dejó pronto de manifiesto las peores deficiencias del régimen soviético. Los ejércitos soviéticos sufrieron el efecto devastador de batallas de cerco en las que perecieron centenares de miles de sus hombres.

Por lo que se refiere a las colonias españolas, no eran aún sospechosos y pudieron librarse de las deportaciones étnicas que el aparato represor de Beria realizó en paralelo a las derrotas militares. Aun así, su suerte distó de ser buena. Los niños fueron enviados a los lugares más remotos e inhóspitos de la URSS, que iban desde Samarkanda y Kakan, en Asia central, hasta las estribaciones de los Urales, ya en Siberia central. En Kazanarmeniok, dieciséis cristianos cayeron en manos de los alemanes, que los trasladaron al territorio del Reich con el fin de entregarlos a la Falange. No costó

La propaganda soviética utilizó a los refugiados españoles durante la Guerra Civil y después los abandonó a su suerte

En el curso 1941-42, más de la mitad de los niños padecía tuberculosis y no menos del 15% había muerto

En Samarkanda y Tiflis, las niñas prostitutas españolas llegaron a hacerse célebres entre los jercarcas del partido

mucho trabajo convertirlos en baza propagandística.

El futuro que esperaba a los niños españoles en sus distintos destinos se reveló horrible. Enfrentados al hambre y los malos tratos, no pocos se vieron obligados a someterse o a delinquir. En Tashkent constituyeron bandos dedicados a perpetrar hurtos. En Samarkanda y Tiflis, las niñas prostitutas españolas —de las que no pocas quedaron embarazadas— llegaron a hacerse célebres entre los jercarcas del partido. Ni siquiera los hijos de los héroes se vieron libres de aquella negra situación. Un hijo del coronel Carrasco, que había servido en el Ejército republicano y ahora enseñaba en la escuela militar Frunze, de

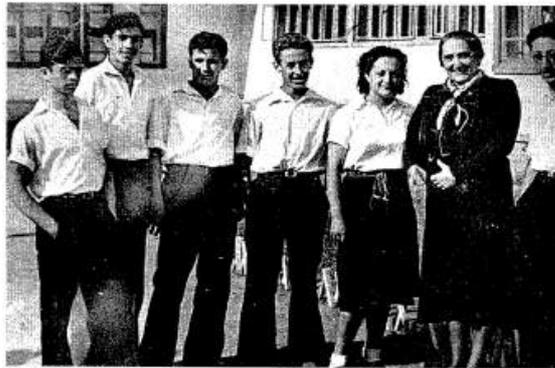
Moscú, fue detenido mientras robaba en una panadería en Kakan. Murió en prisión de tuberculosis.

Para muchos se fue abriendo camino la idea de que la única esperanza de supervivencia se hallaba en poder abandonar la URSS. Países como México —donde se asentaba una importante colonia de exiliados— estaban más que dispuestos a recibir con los brazos abiertos a los niños. Sin embargo, ni la URSS ni el PCE estaban dispuestos a que se supiera la verdad del paraíso del proletariado y del trato que venía dispensando a los niños desde hacía años.

La Pasionaria se convirtió, al parecer sin resistencia, en la pieza clave que impidió la salida de aquellas víctimas hacia otros países. Sus razones —reproducidas por Jesús Hernández, comunista y antiguo ministro republicano— no podían ser más obvias: "No podemos devolverlos a



EL ORFANATO. La fotografía, sin fecha, muestra el dormitorio de las niñas en un hogar de acogida de niños españoles en Moscú



LA TUTORA. Dolores Ibarruri, con un grupo de jóvenes españoles. La Pasionaria era la encargada del PCE de velar por los niños y refugiados acogidos en Rusia

sus padres convertidos en gólfos y en prostitutas, ni permitir que salgan de aquí como furibundos antisoviéticos". Constituía toda una confesión de los resultados reales —ocultados por la propaganda— de vivir en la URSS.

Convertidos en delincuentes

Puestos a delinquir, los niños españoles difícilmente hubieran podido hacerlo en un medio más difícil. Desde su establecimiento, el sistema soviético se había mostrado especialmente riguroso con los niños. En 1926, el Código Penal soviético ya había incluido condenas de campo de corrección y de prisión para los niños que hubieran cumplido doce años. Los resultados de aquella norma fueron fulminantes. Al año siguiente de su promulgación, el 48 % de la población del "gulag" tenía entre 16 y 24 años. Pese a todo, no pareció suficiente a los administradores del inmenso sistema. El 7 de abril de 1935 se decretó la pena de muerte también aplicable a los niños que hubieran cumplido doce años. La ferocidad del sistema no hizo ninguna excepción con los niños españoles. El campo de Karaganda, abierto en 1934, fue tan sólo uno de aquellos terribles enclaves donde los españo-



DOCUMENTO. Pasaporte de una niña de doce años enviada como refugiada a Rusia desde el País Vasco

los —adultos y niños— fueron explotados como esclavos y muertos de frío, hambre y agotamiento. Los testimonios hablan de sodomizaciones de niños en los traslados hasta Karaganda y de niñas sometidas a lo que en feministicamente se denominó tranvía, es decir, una violación colectiva a manos de otros reclusos o de guardianes. Solía ser el antecedente de una jornada de trabajos forzados de diez horas con una dieta de hambre. El régimen de trabajo no

era todo: a él se sumaba un universo donde los niños se convertían en "malolietki" —miembros de una banda de ladrones en el campo— o en víctimas de cualquier "malolietka". La alimentación nada tenía que envidiar a la de los campos de exterminio nazis. Frenkel, el funcionario encargado de fijar las raciones del "gulag", había sido estricto: los que realizaban menos del 30 % de la norma recibían diariamente 300 gramos de pan y una escudilla de ba-



EN CRIMEA. Un grupo de niños españoles durante una concentración juvenil en Crimea, en 1937



PROPAGANDA. Un cartel de propaganda soviético relativo a la acogida de niños



LA HUIDA. Ante el avance franquista, una multitud en Bilbao intenta acceder a un barco de refugiados

landa, los que conseguían entre el 30 % y el 80 % de la norma contaban con 400 gramos de pan y tres escudillas. Los que recibían menos no cubrían su desgaste físico, pero los que recibían mayor cantidad morían antes, porque el deterioro físico era más acelerado y el aumento de ración no compensaba.

La suma de hambres, malos tratos y represión se tradujo pronto en resultados sobrecogedores. En 1943, cuando José Hernández abandonó

la URSS, cerca de un 40 % de los niños españoles había muerto. A los supervivientes aún les quedaba por recorrer un vía crucis. Contra lo esperado ingensamente por millones de personas, el final del conflicto no se tradujo en una amnistía de los presos de la URSS ni tampoco en una reducción de la represión. Pronto los tres millones y medio de reclusos que tenía en 1945 el "gulag" (sin contar los de las colonias penales y los de las cárceles) comen-

zaron a recibir lo que Solzénitsin denominó nuevas riadas. Fueron traveses de polacos y húngaros, de ucranianos y serbios, de muchachos que habían confraternizado con los alemanes y de niños españoles. En 1946-47, éstos contaron con su propia riada. No se les consideraba seguros y desde luego los jefes del PCE, siguiendo su trayectoria previa, no estaban dispuestos a arriesgar su estatus para salvarlos. Aquellos seres a los que se había arrancado la infancia insistían en abandonar el paraíso soviético y lo pagaron caro. Por regla general, se les aplicó el art. 7-35 (socialmente peligrosos) o el terrible y polifacético 58-6, acusándoseles de espionaje... en favor de Estados Unidos! En 1947, con ocasión del décimo aniversario de su llegada a la URSS, los antaño niños fueron reunidos en el teatro Stanislavsky de Moscú. No llegaban a dos mil. El resto -entre el 20 % y el 60 %- había muerto o se hallaba atrapado en las redes del sistema concentracionario.

Pero ni siquiera todos los supervivientes habían quedado convencidos de las excelencias del sistema. A pesar de que aquel año se les hizo firmar un documento en el que declaraban su voluntad de no abandonar la URSS, y de que no faltaron los testimonios favorables al trato recibido (alguno galardonado incluso con el premio Pushkin 1987), los ejemplos de repulsa por aquel régimen no fueron escasos. En septiembre de 1957, 534 españoles lograron regresar a España.

La historia de los niños españoles en la URSS constituye un drama sombrío, pero posiblemente uno de sus aspectos más escalofriantes fue el de la colaboración y el silencio de los jefes del PCE en aquel proceso de abandono, primero, y exterminio, después. Acomodados en condiciones privilegiadas que no deseaban perder, las excepciones a aquella norma de vergonzante silencio fueron tan escasas que pueden mencionarse casi al completo. En primer lugar estuvo Valentín González "el Campesino",

Valentín González "el Campesino" no dudó en manifestarse por el trato que recibían los españoles y fue condenado

que no pudo soportar el choque con la realidad que significó su conocimiento directo de la URSS. Harroizado por el trato que recibían los españoles, no dudó en manifestar sus opiniones. Lo pagó siendo condenado al "gulag". Sus captores pensaban en deshacerse de él pero logró evadirse. Para los reclusos soviéticos que lo conocieron se convirtió en un auténtico mito de valentía. Solzénitsin llegó a conocer a una tal Zhora, que, en el campo de concentración, iba escribiendo una novela (nunca llegó a publicarse) sobre el Campesino. A su regreso a Occidente, el PCE hizo todo lo posible por silenciarlo.

El caso de Jesús Hernández fue aún más escandaloso. Harroizado por lo que denominó el país de la gran mentira, en 1943 lo abandonó -perdiendo a su madre y a su hermana en él- y se atrevió a contar la realidad. Por lo que se refiere al secretario general del PCE, José Díaz, ya había sido enviado a la URSS antes de acabar la Guerra Civil. Progresivamente anticomunado por los soviéticos y por la Pasionaria, fue cayendo en una postulación progresiva al comprobar que nadie atendía a sus quejas relacionadas con la situación de los españoles en la

URSS. El 19 de marzo de 1947 cedió el cuarto piso en el que vivía, y murió en el acto. Se habló de suicidio -lo que encaja con su depresión ante la suerte de los compatriotas-, pero también de asesinato, por deseo de librarse de tan molesto testigo.

Demasiado para el PCE

Hernández y el Campesino fueron acusados de embusteros, de agentes del imperialismo, de traidores. De hecho, incluso los que continuaban su lucha contra el gobierno español de la época y podían jactarse de un impecable pasado antifascista levantaron su voz. En abril de 1948, José Ester (deportado de Mauthausen, número 64553) y José Doménech (deportado de Neungamme número 40202) convocaron una conferencia de prensa en París en nombre de la Federación Española de Deportados e Internados Políticos. Su finalidad era denunciar la presencia de 59 presos políticos españoles en el campo 99 de Karaganda, en Kazajistán. Su denuncia venía justificada porque "habían conocido la dominación inquisitorial de la Gestapo y de las SS" y para ellos tenían un sentido "las palabras libertad y derecho de gentes". La realidad resultaba terrible para el PCE como para que éste aceptara desvelarla o, ya conocida, asumirla. Las condiciones en la URSS eran tan duras que no fueron pocos los que solicitaron abandonar el país con la intención incluso de regresar a una España gobernada por Franco.

Por regla general, la respuesta de las autoridades fue radicalmente negativa. De los dramas que semejante actitud provocó es un claro paradigma la historia de Florentino Mesma Carrillo y su hermano. Desesperado por salir de la URSS -a la que denominó "inmenso campo de concentración y de hambre"- Florentino se bebió un vaso de ácido sulfúrico. Su hermano decidió vengarlo. Sabedor de que la Pasionaria era la única persona autorizada por las autoridades comunistas para conceder o denegar los permisos de salida de los españoles, el joven se dirigió armado con un cuchillo al hotel Lux. Su intención era matar a la dirigente comunista. Para fortuna de la Pasionaria, aquel día estaba ausente y José Antonio Uribes, el suplente del buró político, se convirtió en su nuevo objetivo. No le costó mucho contener al muchacho a la espera de que lo redujeran. Después se lo tragaron las fauces del sistema represor soviético.

A los supervivientes se les hizo firmar un documento en el que declaraban su voluntad de no abandonar la URSS

En el "gulag", las violaciones solían preceder a una jornada de trabajos forzados de diez horas con una dieta de hambre

En el "gulag", las violaciones solían preceder a una jornada de trabajos forzados de diez horas con una dieta de hambre

Historiador y profesor en universidades españolas y americanas. César Vidal (Madrid, 1958) es autor de obras como "La desvaración de Goyens" o "Los incubadores de la serpiente", en las que ha investigado diversos aspectos bovinos de la historia española y europea contemporánea, desde acciones bélicas de la guerra civil española hasta los orígenes ideológicos del nazismo. Conocedor del idioma ruso, Vidal re cuenta también entre los escasos historiadores españoles que han trabajado a fondo en los archivos de la antigua Unión Soviética, y de esta dedicación han surgido libros como "La ocasión perdida. Los revolucionarios rusos de 1917"

