

UTILIZACION DE EXPERIMENTOS GRABADOS EN VIDEO EN LA ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGIA*

TEJEDOR, C., LEAL, F. y CHORDI, A.
Departamento de Microbiología
Facultad de Farmacia
Universidad de Salamanca

* Realizado en parte bajo los auspicios del XII Plan de Investigación Educativa en el proyecto de Investigación: «Estudio sobre la educación en Microbiología reestructurando las prácticas de laboratorio y utilizando unidades tutoriales audiovisuales por computador».

SUMMARY

This paper describes individualized television instruction involving active University students participation with computer assisted questionnaire. The experiments on microbial growth and genetics were videotaped. Students collected data directly from the television screen. Student accuracy was found to be excellent. Students found these videotaped experiments with computer assisted questionnaire an adequate substitute for the laboratory sessions. Videotaped experiments with computer assisted learning, which involve the students directly, are one option to take into account when planning future learning programmes. These have the advantage of providing the student with an experience that might otherwise be too time consuming, expensive, dangerous or complicated to be performed in a traditional laboratory.

1. INTRODUCCION

1.1. Ciencias experimentales y experimentos

En los últimos años, en la enseñanza de la Biología, se acentúa la tendencia a dar mayor importancia y prioridad a los procesos y fenómenos que acaecen en los individuos y en las poblaciones, prestándose, en consecuencia, cada vez menos atención a las estructuras que participan. Este cambio va acompañado de otro: un enfoque experimental en lugar de un enfoque descriptivo.

Lógicamente al ser la Biología y por ende la Microbiología, una Ciencia experimental, este cambio en el enfoque es también bien patente. En la enseñanza práctica, dicho cambio en el enfoque debería traducirse en llevar a cabo más experimentos que explorasen los fenómenos microbiológicos y menos técnicas de observación de los microorganismos.

1.2. Dificultades logísticas en la relación de experimentos

Sin embargo, esto no es así en la Microbiología, debido a un gran número de limitaciones. La principal es trabajar con poblaciones en lugar de individuos, que necesitan un cierto tiempo (mínimo de 18-24 horas) para encontrarse en el número adecuado. Para que una ex-

periencia de investigación sea llevada a cabo por estudiantes del primer ciclo se requiere que pueda realizarse en un corto intervalo de tiempo. Es importante que al recoger los resultados del experimento el estudiante no haya olvidado las hipótesis, los planteamientos y objetivos del mismo. Por otro lado, existen dificultades para que el alumno compruebe las experiencias o utilice varios duplicados. Estas limitaciones, lógicamente son más acusadas en los estudios de crecimiento de grandes poblaciones o de muchas generaciones.

A estas limitaciones por duración del experimento en relación con el tiempo del estudiante, hay que añadir otras de no menor importancia: limitaciones de profesorado, de lugar físico (metros cuadrados de laboratorio por alumno), de material instrumental y de coste de sostenimiento.

Esto sería aún más acusado si con los experimentos se intentara conocer, como es lógico, la influencia de las diversas variables que pueden influir en el resultado del fenómeno.

Para obviar estos inconvenientes de las enseñanzas prácticas se han utilizado otras técnicas que complementen o sustituyan a las clásicas.

- a. Estudios de datos de segunda mano (obtenidos en experimentos previos) además de datos obtenidos por el propio estudiante.
- b. Modelos físicos en lugar del sistema viviente
- c. Modelos matemáticos de un sistema viviente

En el presente trabajo presentamos los resultados obtenidos con una variante de la técnica del apartado a: se graba en vídeo el experimento realizado previamente y el alumno toma los datos del vídeo. Se pueden estudiar de esta forma diversas variables y también llevar a cabo experimentos que exigen una larga duración o espera.

1.3. Televisión, actitud pasiva y experimentos grabados en vídeo

El uso de la televisión en la enseñanza de la Biología también ha sido objeto de programas y de revisiones (Christian 1974), Hall 1975, Harris 1969, Hawkridge 1970, Pozharistkya 1976, Prange 1974, Ricker 1981, Ward 1971), así como de varios estudios comparativos (Madson 1969, Thronton 1970, Ward 1971) entre otros. En la mayoría de los estudios comparativos se observa cómo el vídeo o la TV ahorra tiempo en las enseñanzas pero no aumenta la eficacia. En la enseñanza comparativa con la enseñanza tradicional y con la enseñanza programada se encuentra que no hay grandes diferencias y que sigue siendo aquella la de mayor y más alta efectividad. Russock (1977) también ha estudiado la aplicación de la TV educativa a la enseñanza de la Biología, pero encontrando una reacción apática por parte de los alumnos que atribuye a la actitud pasiva como costumbre habitual frente a la televisión doméstica en las horas de entretenimiento. Esta actitud pasiva es la nota dominante en la mayor parte de los estudios y trabajos sobre la TV educativa. Firstman (1983) encuentra que ni siquiera la TV aumenta los niveles de interés o atención con la imagen en color.

La mayoría de los programas de TV, especialmente en los primeros intentos, han consistido en simples grabaciones de las explicaciones dadas en las clases teóricas o prácticas. Posteriormente, se han realizado vídeos con fin de suministrar a los estudiantes experiencia visual de técnicas o de experimentos que de otra manera era imposible llevar a cabo. La gran mayoría de estos documentos audiovisuales están diseñados de tal forma que los estudiantes permanecen pasivos ante los acontecimientos que suceden en la pantalla del televisor.

En este estudio se llevó a cabo un intento de individualizar la TV educativa y conseguir la participación de los estudiantes de manera activa.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Estructura y composición del laboratorio

El laboratorio estaba inicialmente diseñado para 24 alumnos, con 6 mesas altas de laboratorio para traba-

jar 4 alumnos por mesa (2 con alumnos por cada lado). Las mesas poseen instalación completa de agua, luz y gas. También dispone el laboratorio de 6 mesas bajas de 3 metros de longitud con electricidad.

Para convertir este laboratorio en un laboratorio de enseñanza personalizada, se dotó a cada una de las 6 mesas bajas de lo siguiente:

- a) Microordenador personal Commodore modelo VIC con una ampliación de memoria de 16k.
- b) Grabador magnetófono complementario del ordenador, con memoria periférica para guardar y cargar los programas. Se eligió el magnetófono para iniciar a los alumnos dada su mayor familiaridad con su manejo.
- c) Pantalla de TV en color
- d) Magnetoscopio Sony sistem Betamax
- e) Unidad de disco para el VIC Commodore

Por razones de economía, las unidades impares sólo tenían disco y no magnetoscopio y las pares al contrario. De esta forma, cada dos unidades disponía de magnetoscopio y de disco. A través de un cable, los 6 ordenadores empleados tenían acceso a un disco.

Para la elaboración de los programas de ordenador se disponía de una impresora Commodore. Para la edición de los documentos audiovisuales se utilizaba un equipo Sony que se compartía con los Departamentos de Edafología y de Fisiología Animal de la Facultad de Farmacia.

2.2. Características de los documentos audiovisuales

Dos vídeos educativos fueron producidos en el Departamento con un equipo compuesto de magnetoscopio Sony y magnetoscopio portátil Sony AVC. Aunque era posible conseguir asistencia profesional, se decidió que fuesen realizados los guiones y las grabaciones de los mismos por los propios profesores de clases prácticas, que tenían experiencia de este nivel educativo. Creemos que es preferible que sea el propio profesor el autor de estos vídeos, aún con menor equipo y calidad profesional, que hacerlo al revés, utilizando un gran equipo profesional de TV pero con un mayor desconocimiento del aprendizaje y de la enseñanza de la Microbiología. Incluso la edición de los documentos fue realizada por el propio profesorado.

El primer vídeo educativo se tituló «Crecimiento de Microorganismos» y consistió sencillamente en una práctica clásica de Microbiología con determinación de la curva de crecimiento de una levadura. El experimento consiste en la determinación del crecimiento mediante nefelometría lo que de hacerse de manera normal significa tomar muestras cada cuatro horas durante un período de 36 horas. A los estudiantes se les exige que tomen los datos de la pantalla (escala del colorímetro) y que elaboren en papel milimetrado una gráfica con estos resultados. El vídeo recoge los resultados de cre-

cimiento en 8 puntos de la curva poblacional. El documento tiene una corta discusión inicial sobre el crecimiento y los efectos que las variables pueden tener sobre él. El vídeo resultó tener una longitud de 13 minutos y los estudiantes tardaban aproximadamente una hora en acabar esta sesión. El cuestionario de observación se realizaba mediante preguntas por ordenador.

El segundo vídeo, titulado «Ingeniería Genética», recogía el experimento de transferencia de la resistencia a antibióticos ligada a un plásmido. El vídeo recoge la conducta de crecimiento en 9 circunstancias diferentes (cuando se cultivan las dos cepas originales resistentes a uno sólo de los antibióticos, y cuando se cultiva la conjugante de estas dos cepas, tanto en el medio que contiene uno solo de los antibióticos como ambos). Este experimento iba precedido de una pequeña introducción. Tenía una duración aproximada de 12 minutos y los estudiantes requerían de 40 a 60 minutos para completar esta lección, es decir, la parte de observación del vídeo y la posterior realización del cuestionario de observación mediante el ordenador.

2.3. Cuestionario de observación por ordenador

Aunque los cuestionarios de observación se podían haber realizado con preguntas impresas, se prefirió llevarlos a cabo mediante el ordenador, dado que permitía una interacción y posibilitaba la acción tutorial y la corrección del aprendizaje erróneo (ver Figura 1).

Los programas se realizaron en Basic. Se diseñaron para que los alumnos tomaran los datos de los experimentos observados en vídeo. Para ello se insistía a los estudiantes en que observasen el vídeo con el fin de recoger los datos que aparecen en la pantalla, parando el magnetoscopio si fuera necesario, para conseguir una medición exacta o la recogida de una medida con precisión.

Por otro lado, desde el primer momento, los alumnos conocían que los cuestionarios de observación constaban de preguntas sobre lo que estaban observando en el vídeo y sobre las características de las técnicas o los datos que se obtenían en los experimentos. Al realizar los cuestionarios de observación con ordenador, se po-

FIGURA 1

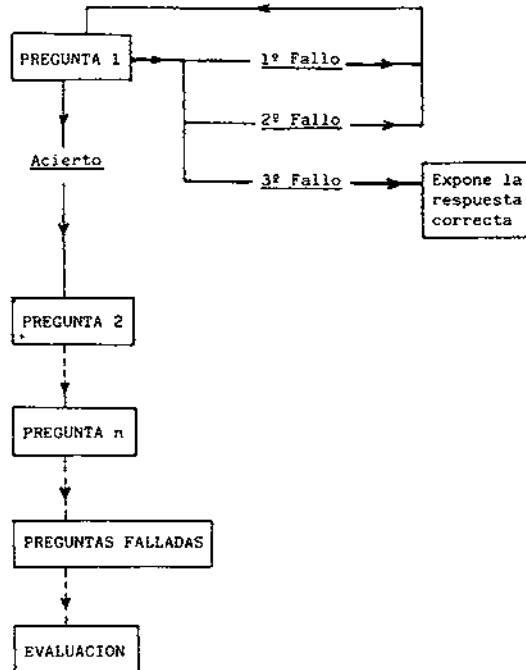


Figura 1.- Esquema de los Cuestionarios de Observación.

día verificar si la toma de datos era acertada y se podía informar o corregir la toma de datos errónea. En estos programas, ante un dato erróneo o inexacto, el ordenador aconseja verificar ese dato o cifra en el vídeo.

Finalmente, al utilizar el ordenador es posible la realización de gráficas y tablas con los resultados, así como utilizar su potencial de cálculo.

Por otra parte se diseñaron estos cuestionarios como tutoriales (tratando no sólo de evaluar al alumno sino también de ayudarle a comprender e interpretar mejor los resultados). Para ello se exponían diversos supuestos de resultados, diferentes a los obtenidos en el experimento, y se solicitaba del alumno su interpretación. En caso de duda o error el ordenador presentaba la interpretación correcta.

2.4. Alumnos

Los experimentos grabados en vídeo se aplicaron a los alumnos de Microbiología de 3º de Farmacia. El colectivo estaba compuesto por más de 180 alumnos repartidos en tres grupos. Los documentos se introdujeron dentro de un plan general de prácticas durante el curso 1982-1983. Por diversas circunstancias, sólo 122 alumnos vieron los vídeos, realizaron los cuestionarios de observación y contestaron la encuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Seguridad en la recogida de datos

Se analizó la seguridad y reproductividad en la recogida de datos y si los valores obtenidos de la TV eran recogidos de manera correcta por los estudiantes. Se puso especial empeño en conocer si los tiempos, las densidades, las frecuencias o las longitudes de onda eran recogidas correctamente por los alumnos en comparación con las prácticas tradicionales en las que el alumno obtiene los datos de los propios aparatos en lugar de la TV. No existieron diferencias significativas entre los datos recogidos de manera tradicional y los datos recogidos de la TV. Es más, sorprendió el grado de seguridad de la recogida de datos a través de la pantalla del televisor. Existía incluso menos desviación que cuando se estudiaban los cuadernos de la recogida de datos a través de los propios experimentos realizados de manera tradicional. Se observó, por lo tanto, que es posible obtener el mismo grado de fiabilidad usando experimentos grabados en vídeo que usando los métodos experimentales tradicionales, y suponemos que dicho grado de fiabilidad puede obtenerse en la mayoría de los experimentos susceptibles de ser grabados en vídeo. Dicho de otro modo, la falta de reproductividad en la recogida de datos no es un factor limitante e importante en la utilización de los experimentos grabados en vídeo como un medio educativo.

Por otro lado, con la recogida de datos se estimulaba la participación activa de los alumnos evitándose así

la actitud pasiva que los mismos podrían presentar frente a los experimentos o las técnicas visualizadas. De la observación de estos experimentos se deduce que ni la falta de seguridad en los datos obtenidos, ni la actitud pasiva de los estudiantes frente a los experimentos observados en la TV pueden ser un verdadero obstáculo para utilizar los vídeos educativos como método de enseñanza. Es más, se encontró en los alumnos, como se evalúa más adelante, una actitud positiva hacia los experimentos grabados en vídeo.

3.2. Evaluación de los experimentos y cuestionarios de observación por los estudiantes

Los experimentos grabados en vídeo formaban parte del curso de prácticas habitual de la asignatura. Los 122 estudiantes de Microbiología de 3º curso de Farmacia, no fueron previamente informados de las intenciones de estos experimentos, sino que éstos fueron introducidos formando parte del curso normal de prácticas. Dado que ambos vídeos estaban en la forma de mini-cursos audiovisuales con cuestionarios de observación mediante ordenador, es posible que los alumnos pudieran haber captado que se estaba haciendo un estudio del potencial de este tipo de medios.

La tabla I presenta las 11 preguntas que se realizaron a los estudiantes una vez finalizado el curso de prácticas (concretamente el día del examen final), así como las respuestas a las mismas.

Las 3 primeras preguntas eran sobre la calidad de la imagen, de la voz o de la información suministrada en los experimentos. Las preguntas 4 a 7 estaban en relación con el interés que los experimentos despertaban en los propios alumnos. Finalmente, las preguntas 8 a 11 estaban en relación con los cuestionarios de observación efectuados mediante el ordenador. La pregunta número 7 fue la que dio una media más baja, lo cual es un resultado esperado y lógico. También dio una media bastante baja la pregunta número 2, debido a que en algún vídeo hubo algún problema de sonido, aunque no fueron precisamente los de estos dos experimentos, sino en otros previos sobre técnicas de Microbiología. A excepción de estas dos preguntas, el resto, como se observa en la Tabla I, dio unos valores medios superiores a 3.5, lo que indica la fuerte satisfacción de los estudiantes con este complemento o sistema educativo. En cambio, los resultados de la pregunta 7 indican que gran parte de los estudiantes prefieren llevar a cabo los experimentos de forma directa y personal. Nos sorprendieron los resultados de la pregunta número 11, al ver la efectividad de los cuestionarios de observación en la corrección de errores, en la interpretación de resultados así como en la adquisición de conocimientos.

3.3. Evaluación por los profesores

Independientemente de la evaluación por parte de los alumnos, los profesores que intervinieron en las clases

TABLA I

EVALUACION DE LOS EXPERIMENTOS EN VIDEO (1=fuerte disconformidad, 2=disconformidad, 3= neutro, 4=conformidad, 5=fuerte conformidad)

<u>Preguntas</u>	<u>Media</u>	<u>Var. standard</u>
1.- La imagen de los experimentos era clara y bien visible	4,20	0,56
2.- La calidad y claridad del sonido era buena	3,36	1,01
3.- Las instrucciones y la información eran clara y fáciles de seguir	3,84	0,96
4.- Encontré los experimentos interesantes	4,24	0,90
5.- El sistema de recogida de datos de los experimentos mediante la TV me parece interesante	4,36	0,74
6.- No encontré problemas o dificultades en la recogida de datos de los experimentos	3,56	0,77
7.- Si pudiese elegir, prefería llevar a cabo estos experimentos a través del vídeo en lugar de la realización personal del experimento	3,24	1,44
8.- Los cuestionarios de observación mediante el ordenador al final del experimento me parecieron útiles en general	4,32	0,61
9.- Los cuestionarios de observación al final del experimento me hicieron comprender más la finalidad del experimento	3,92	0,97
10.- También me permitieron comprender mejor la interpretación de los resultados	3,80	1,09
11.- En alguna ocasión me sirvieron para corregir errores en los datos recogidos, en su interpretación, o en los conocimientos	3,75	0,92

prácticas mostraron una actitud favorable y una respuesta entusiasta a la utilización de los experimentos grabados en la enseñanza práctica. Entre las razones, ventajas y posibilidades aducidas por los seis profesores que intervinieron en este ciclo, cabe destacar las siguientes:

1. Los experimentos grabados tienen la ventaja de proveer al estudiante de una experiencia que de otra manera no conseguiría, al poner de manifiesto unas técnicas o experimentos que normalmente no pueden realizarse por carencia de medios o de tiempo.

2. Tiene la ventaja de suministrar al estudiante una experiencia de conjunto centrada en lo importante y fundamental. Esto se vio particularmente interesante en los experimentos más complejos, que consumen mucho tiempo, requieren muchas técnicas y cuyos resultados tardan muchas semanas en obtenerse, perdiéndose la relación entre hipótesis, planteamiento y resultados.
3. Con experimentos grabados se puede evitar el riesgo de manejar microorganismos de alto poder infeccioso pudiéndose enseñar o mostrar experimentos o características de los mismos.
4. El alumno puede obtener experiencia visual de técnicas y experimentos que no es posible realizar en el laboratorio de prácticas por falta de medios, instalaciones y equipo (cultivo de tejidos, preparación de vacunas víricas, experiencias en animales grandes, etc.).
5. El estudiante puede permanecer activo mediante la recolección de datos de la pantalla del TV, obteniendo medidas, presentando los datos en forma de relaciones funcionales, gráficas, etc.
6. Un experimento grabado en vídeo tiene la ventaja adicional de que el profesor observa exactamente lo que el alumno ve, así como conoce con exactitud los resultados que se obtienen, con lo que se pueden enjuiciar perfectamente las conclusiones que sacan los alumnos a partir de esos datos y la interpretación de los mismos, así como su representación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CHRISTIAN, S.R., 1974, CCTV in the teaching of Biology, *Visual Education*, Vol. 6, pp. 1-14.
- FIRSTMAN, A., 1983, A comparison of traditional and TV lectures as a mean of instruction in Biology at a community College. D. Practicum Nova University, pp. 33.
- HALL, G., 1975, Biology and Physical Science, *Education in Science*, Vol. 61, pp. 18-20.
- HARRIS, T.M. y SHAFFER, M.C., 1969, Television in the Biology Laboratory, *Science Teacher*, Vol. 36, pp. 31-33.
- HAWRIDGE, D.G., 1970, *Science for the thousands: The open University of Great Britain* (Open Univ., Walton, Bletchley, Bucks, GB) pp. 12.
- MADSON, M.L., 1969, *Methods including CCTV of presenting introductory Biology* (Minnesota University, Minneapolis).
- POZHARITSKAYA, N., 1976, Televised Biology lessons, *Soviet Education*, Vol. 18, p. 103-112.
- PRANGE, W.E. y BELLINGHAUSEN, C.R., 1974. Index to college TV courseware. A comprehensive directory of credit courses and concept modules distributed on video tape and film. Wisconsin Univ. Green Bay. Computerized Courseware Clearinghouse. pp. 178.
- RICKER, K.S., 1981, Optical media bring Biology to visually impaired students, *Science Teacher*, Vol. 48, pp. 36-37.
- RUSSOCK, H.I., 1977, Data collection from videotaped experiments in a Biology laboratory. *American Biology Teacher*, Vol. 39, pp. 93-95.
- THORNTON, W.T., 1970, The comparative effectiveness of programmed instruction, educational television and traditional teaching of a unit on human Biology in selected elementary schools. Ph. D. Dissertation. Univ. of Mississippi.
- WARD, R.P. y SYROCKI, B.J., 1971, Closed-circuit TV used for microprojection, *American Biology Teacher*, Vol. 33, pp. 552-553.