

PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE UN PROGRAMA DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PARA LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE PSICOBIOLOGÍA CON APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA AUDIOVISUAL E INFORMÁTICA

*Cristina Broglio
Fernando Rodríguez
Emilio Durán
Cosme Salas*

RESUMEN

Coincidiendo con la entrada en vigor de los Nuevos Planes de Estudio de la Licenciatura de Psicología, se expone un proyecto de Innovación Docente en el que se abordó la realización de un programa de prácticas que mejorara la docencia de la asignatura *Fundamentos de Psicobiología*, mediante el empleo de medios técnicos asequibles actualmente. Los objetivos del proyecto de prácticas son dos: a) con los recursos actuales, proporcionar a todos los estudiantes las oportunidades para establecer un contacto directo con algunos de los materiales, técnicas y estrategias empleadas en la investigación psicobiológica, y b) promover la implicación personal y la motivación a lo largo del curso. Para ello se realizaron las siguientes actividades: 1) Elaboración de un programa de prácticas, diseño y montaje de cada una de las prácticas; 2) Preparación de los cuadernillos de prácticas y otro material bibliográfico suministrado a los alumnos para cada práctica; 3) Preparación de los materiales experimentales empleados; 4) Preparación del material audiovisual en las prácticas que así lo requirieron; 5) Preparación de las simulaciones y demostraciones de ordenador para algunas de las prácticas; 6) Evaluación del proceso de aprendizaje.

ABSTRACT

Coinciding with the onset of the New Plan of Studies of Psychology, in this work is presented an Activity of Teaching Innovation. The activity undertook the development of a laboratory practice program aimed to improve the strategies used to teach the subject *Foundations of Psychobiology*. The objectives of this project were two: a) to provide, for each student and with the resources actually available, the opportunities to learn first-hand some of the materials, techniques and strategies used in the psychobiological research, and b) to promote personal involvement and motivation throughout the academic course. Taking into consideration the resources actually available, the following activities were performed: 1) Planning of a laboratory practice program, and design and organization of the objectives and contents of each practical activity; 2) Preparation of the laboratory notebooks, specific for each practice, and the additional bibliographical materials provided to the students; 3) Preparation and editing of the audiovisual materials used as a complementary teaching strategy specific to each practice; 4) Preparation of the experimental materials and laboratory instruments to be used by the students; 5) Preparation of the computer simulations and demonstrations employed in some practical activities; 6) Evaluation of the learning process.

INTRODUCCIÓN

Sin duda las experiencias prácticas representan un papel esencial en la enseñanza universitaria, sobre todo en aquellas asignaturas de contenido claramente experimental. En las materias científico-naturales la enseñanza práctica se convierte en una pieza clave y esencial en el proceso docente (Castillejo, 1987). La asignatura *Fundamentos de Psicobiología* del nuevo Plan de Estudios de la Licenciatura de Psicología presenta un carácter claramente experimental que se pone de manifiesto en los tres créditos de docencia práctica con que cuenta. A pesar de su importancia, el desempeño de la docencia práctica experimental puede tropezar con importantes obstáculos que la dificultan o incluso la imposibilitan: el problema de la masificación en la enseñanza universitaria, la carencia de medios materiales, laboratorios experimentales con el equipamiento científico adecuado o incluso problemas éticos en el empleo de animales en la experimentación, por citar algunos de ellos. A pesar de estas deficiencias, los profesores de la asignatura *Fundamentos de Psicobiología* abordaron la tarea de planificar y aplicar en la realidad un programa de prácticas experimentales para la docencia de dicha asignatura. Durante la programación y puesta en marcha del proyecto aquí descrito estuvo siempre presente el objetivo de evitar que dichas prácticas se convirtiesen en meras demostraciones y visualizaciones, en las que los alumnos participasen de forma pasiva. Por lo tanto esta actividad se dirigió a la realización de unas prácticas verdaderamente experimentales, en las que el alumno tuviese un contacto directo con los materiales, instrumental, técnicas y procedimientos empleados en Psicobiología. Se trata de compensar las deficiencias antes mencionadas, en especial el número excesivamente alto de alumnos por grupo (grupos de más de 60 alumnos) y las deficiencias de laboratorios adecuados mediante dos recursos fundamentalmente: a) se eligió y planificó cuidadosamente un conjunto de prácticas que pudiera ser realizado de forma real y efectiva sobre materiales reales y b) se recurrió al empleo de tecnologías audiovisuales e informáticas para complementar y compensar el problema de la masificación y las carencias de equipamiento (Coppén, 1982; Martínez y otros, 1991). Con todo ello se pretendió que los alumnos tuviesen un acercamiento y un contacto real con la experimentación en Psicobiología con la finalidad de alcanzar un triple objetivo: proporcionar una experiencia necesaria y única sobre los procedimientos y técnicas experimentales en Psicobiología, b) facilitar que los alumnos puedan enfrentar los conocimientos adquiridos de forma teórica con su aplicación real en la práctica, c) incrementar los niveles de motivación en el aprendizaje de la asignatura.

1. METODOLOGÍA

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN PEDAGÓGICA

Las actividades propuestas se aplicaron a los grupos de prácticas de la asignatura *Fundamentos de Psicobiología* del Nuevo Plan de Estudios de la Licenciatura de Psicología durante el curso 1995-96. La asignatura *Fundamentos de Psicobiología* está asignada al Área de Psicobiología del Departamento de Psicología Experimental de la Universidad de Sevilla y compone de 6 créditos teóricos y 3 prácticos, siendo una asignatura de curso completo. Cada grupo práctico se compone de 60 alumnos.

1.2. ELABORACIÓN DE MATERIALES Y ACTIVIDADES PREVIAS DE PREPARACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

La realización de cada una de las prácticas programadas requirió de trabajos previos de elaboración de diversos materiales (preparaciones histológicas, tinciones, preparación de cuadernillos de prácticas, puesta a punto de programas informáticos, etc.).

Esencialmente estos trabajos de preparación consistieron en la realización de las preparaciones histológicas del tejido nervioso necesarias para la realización de la práctica; el estudio y descripción de las citadas preparaciones para la elaboración del cuadernillo de prácticas; la preparación del cuadernillo de prácticas donde se recogen el guión de la actividad a desarrollar, y las cuestiones a desarrollar por el alumno; así como la elaboración del material audiovisual que se presentó en las clases prácticas (diapositivas, vídeos) que acompañan y apoyan a la observación al microscopio de las preparaciones.

1.3. METODOLOGÍA DOCENTE PARA LAS CLASES PRÁCTICAS

Se propuso a los alumnos la siguiente metodología para la realización de las clases prácticas:

- a) realizar la lectura y estudio previo del material bibliográfico recomendado.
- b) participar en todas aquellas actividades prácticas o demostraciones propuestas.
- c) realizar un informe personal de aquellas prácticas en las que así fue requerido. En su caso, dicho informe contendrá: objetivos y problemas propuestos, resultados obtenidos discutidos con relación a una bibliografía básica, y conclusiones.
- d) de forma optativa, se ofreció a pequeños grupos de alumnos (Alumnos Monitores) la posibilidad de participar de forma más intensa en la preparación y seguimiento de las actividades de prácticas. Los alumnos monitores colaboran con el profesor en el montaje y desarrollo de las prácticas.

1.4. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Para la evaluación se realizaron exámenes para cada una de prácticas, "de visu" siempre que fue posible. Se tuvo en cuenta también en la calificación de las prácticas los informes de prácticas individuales o colectivos y la asistencia a las mismas.

1.5. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

Para la evaluación de los resultados de la aplicación del presente proyecto de innovación docente se tuvieron en cuenta los siguientes índices: grado de asistencia a las clases prácticas durante el curso, grado de participación e implicación durante las clases prácticas, calidad de los informes personales sobre las prácticas, resultados de las encuestas pasadas a los alumnos, calificaciones obtenidas en los exámenes prácticos.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS

Práctica nº 1. Microestructura del sistema nervioso: técnicas neurohistológicas básicas

Mediante esta práctica se pretendió familiarizar al alumno con algunas de las técnicas neurohistológicas más empleadas en Psicobiología, estudiar la organización en núcleos y en

grandes regiones del encéfalo de diferentes vertebrados y llegar a un conocimiento práctico la morfología del sistema nervioso y de los tipos neuronales mediante el empleo de esas técnicas básicas (Bolam, 1992; Hinghten, Hellhammer y Huppmann, 1987; Myers, 1971; Nauta y Feirtz, 1987; Peinado, Pedrosa y Rodrigo, 1996; Ramón y Cajal y Tello y Muñoz, 1950). Se prestó una especial atención a la técnica de Nissl, a la de Kluver-Barrera y a la de impregnación argéntica de Golgi. Una primera sesión se dedicó a la resolución de cuestiones y problemas sobre el material bibliográfico recomendado. Así mismo se realizaron demostraciones de los diversos aspectos del tema mediante grabaciones de vídeo, diapositivas o empleando el sistema de microscopía por proyección de vídeo del aula. Las sesiones posteriores se dedicaron a los diversos aspectos prácticos de las técnicas neurohistológicas básicas (Skinner, 1975; Oakley y Schafer, 1987): perfusión y fijación del tejido nervioso, obtención de cortes seriados de tejido nervioso, técnica de congelación e inclusión, empleo del microtomo, montaje seriado de los cortes, tinción y microscopía óptica: uso del microscopio.

Para la realización de la práctica se empleó material diverso como microscopios ópticos, uno de ellos con triocular y sistema de proyección en vídeo, microtomo de congelación, pHmetro, balanza y agitador magnético, material diverso de vidrio de laboratorio (probetas, matraces, Edelmeyer, frascos opacos, etc) y material químico diverso para tinciones.

Práctica Nº 2. Microestructura de la corteza cerebelosa

En esta práctica se analizó la microestructura de la corteza del cerebelo mediante las técnicas histológicas que los alumnos estudiaron en la práctica anterior (la técnica de Nissl, la de Kluver-Barrera y la de impregnación argéntica de Golgi). La corteza cerebelosa constituye un ejemplo ideal para comenzar a estudiar la microestructura del sistema nervioso, ya que su organización es algo más sencilla que las de otras regiones del cerebro, su estructura es uniforme en todas las regiones del cerebelo (presentando tan solo tres capas) y su circuito básico se compone de un número muy reducido de tipos celulares, fácilmente diferenciables entre sí (Ramón y Cajal, 1904; Barr, 1974). Para la realización de esta práctica el profesor, en colaboración con los alumnos voluntarios, realizó previamente las siguientes actividades: a) realización de las preparaciones histológicas del tejido nervioso necesarias para la realización de la práctica; b) estudio y descripción de las citadas preparaciones para la elaboración del cuadernillo de prácticas; c) preparación del cuadernillo de prácticas donde se recogen el guión de la actividad a desarrollar así como las cuestiones a desarrollar por el alumno; d) elaboración del material audiovisual que se presentó en las clases prácticas (diapositivas, vídeos) que acompañaron y apoyaron a la observación al microscopio de las preparaciones.

En primer lugar, se estudió el material bibliográfico y las figuras y esquemas incluidos en el cuadernillo de prácticas. En sesiones posteriores los alumnos observaron las preparaciones de Nissl, Kluver-Barrera y Golgi de la corteza de cerebelo de animales de diferentes especies. El profesor mostraba las diferentes estructuras y tipos celulares en el microscopio con triocular y conexión de vídeo a toda la clase y resolvió las dudas y comentó aspectos interesantes que aparecían conforme los alumnos observaban sus propias preparaciones.

Al final de esta práctica, los alumnos deben conocer: a) la organización laminar de la corteza del cerebelo; b) la morfología de cada uno de los tipos celulares que constituyen las diferentes capas, su forma, tamaño, posición de su soma, sus dendritas y su axón; c) poner de manifiesto selectivamente cada tipo de estructura empleando adecuadamente cada uno de los tipos de tinción.

estudiados en la práctica anterior; d) observar y reconocer los diferentes tipos de células gliales del cerebelo y su relación con los tipos celulares; e) las interrelaciones y patrón de conexión que establecen dichos elementos celulares entre sí.

Práctica Nº 3. Microestructura del córtex cerebral

En esta práctica se estudia los aspectos fundamentales de la microestructura de la corteza cerebral, su división en capas, los principales tipos celulares y la presencia de variaciones regionales (Carpenter, 1985; Creutzfeld, 1995; Gutnick y Mody, 1995; Kolb y Tees, 1990; Ramón y Cajal, 1904).

Para la realización de esta práctica, al igual que en la práctica anterior, el profesor realizó previamente un conjunto de actividades, como la realización de las preparaciones histológicas del tejido nervioso, el estudio y descripción de las citadas preparaciones para la elaboración del cuadernillo de prácticas, preparación del cuadernillo de prácticas donde se recogen el guión de la actividad a desarrollar, así como las cuestiones a desarrollar por el alumno, elaboración del material audiovisual que se presentará en las clases prácticas (diapositivas, videos) que acompañaran y apoyarán a la observación al microscopio de las preparaciones.

Tras estudiar el material bibliográfico y las figuras y esquemas incluidos en el cuadernillo de prácticas los alumnos observaron las preparaciones de Nissl, Kluver-Barrera y Golgi de la corteza de cerebral de diferentes especies. Simultáneamente el profesor mostró las diferentes estructuras y tipos celulares en el microscopio con triocular y conexión de video a toda la clase y resolvió las dudas y comentó aspectos interesantes que iban apareciendo conforme los alumnos observaban sus propias preparaciones.

Mediante la presente práctica los alumnos adquieren conocimientos esenciales sobre: a) la organización laminar del córtex cerebral; b) la morfología de cada uno de los tipos celulares que constituyen las diferentes capas, su forma, tamaño, posición de su soma, sus dendritas y su axón; c) poner de manifiesto selectivamente cada tipo de estructura empleando adecuadamente cada uno de los tipos de tinción estudiados en la práctica anterior; d) observar y reconocer los diferentes tipos de células gliales de la corteza y su relación con los tipos celulares; e) las interrelaciones y patrón de conexión que establecen dichos elementos celulares entre sí; f) las variaciones regionales que presenta el córtex cerebral en su organización.

Práctica nº 4. Modelización del funcionamiento neuronal y de la transmisión sináptica mediante ordenador y simulador neuronal

Esta práctica está basada en el modelo de funcionamiento neuronal propuesto por Hodgking y Huxley (1952) mediante programas informáticos de simulación (Boower y Beeman, 1995; Friesen, 1995; Heitler, 1995; Huguenard y McCormick, 1994; Siegelbaum y Bookman, 1995). La práctica consistió en analizar los efectos de la aplicación de diversos estímulos eléctricos de características distintas a una neurona, así como en analizar los efectos de la manipulación de la composición del medio iónico intra- y extracelular y de la manipulación farmacológica de los canales celulares implicados en la generación y propagación del potencial de acción (Hinghten, Hellhammer y Huppamann, 1987; Kuffler y Nicholls, 1982; Oakley y Schafer, 1983; Shepherd, 1985, 1994; Stamford, 1992; Wallis, 1993). Se dedicó una primera sesión a trabajar el material

bibliográfico recomendado y resolver las cuestiones y problemas propuestos. En sesiones posteriores se realizó la simulación por ordenador de los procesos, cuestiones y problemas propuestos. Se utilizó un protocolo explicativo del funcionamiento del programa, proponiendo diversas modificaciones en la composición química de la neurona, recreando las situaciones reales de acción de fármacos, venenos, transmisión sináptica e integración neuronal. Se simuló inyección de pulsos de corriente y el registro de las respuestas de la neurona y los efectos de variación de las propiedades de la membrana (conductancia a las diferentes especies iónicas; capacitancia, cambio de la concentración iónica interna y externa). A cada alumno se le suministró un breve cuestionario que deberá ir resolviendo tras cada una de las simulaciones.

Por lo tanto los objetivos esenciales de la presente práctica son el que los alumnos: a) obtengan una visión integrada de las propiedades eléctricas de las neuronas y de su capacidad de transmisión de impulsos nerviosos; b) obtengan una visión unitaria de los fenómenos de transmisión sináptica e integración neuronal; c) establezcan la relación entre concentración iónica, concentración y tipos de canales, diferencia de potencial, potencial de membrana, umbral de producción de un impulso nervioso y periodo refractario; d) conozcan cómo diversas situaciones que modifican las concentraciones iónicas (p.e. agentes quelantes de algún ión) interfieren en la producción de un impulso nervioso; e) observen cómo la acción de algunos fármacos (p.e. anestésicos locales) impiden la producción de un impulso nervioso por la acción específica que ejercen sobre determinados canales (p.e. anestésicos locales que bloquean los canales de sodio); f) comprueben por sí mismos cómo la producción de los potenciales postsinápticos depende de los canales que se abran en el elemento postsináptico (PPSI y PPSE); g) comprueben cómo las propiedades de transmisión de la neurona postsináptica están en función de sus características pasivas (conductancia y capacitancia); h) conozcan cómo se produce la integración neuronal (sumación de señales analógicas: PPSI y PPSE), decisión de la producción de un impulso nervioso (señal digital) tras superar un umbral de activación (despolarización que provoca apertura de los canales de sodio); i) sean capaces de establecer la relación entre el impulso nervioso y sus fases, y las concentraciones iónicas.

En la realización de la práctica se empleó un aula informatizada, con sistema de vídeo y programas informáticos especializados (Huguenard y McCormick, 1994; Siegelbaum y Bookman, 1995).

Práctica nº 5. Macroanatomía del sistema nervioso: disección del cerebro de la vaca

El objetivo de esta práctica es el estudio macroanatómico de las estructuras más sobresalientes del cerebro de un mamífero (Brodal, 1993; Carpenter, 1985; Netter, 1966; Nieuwenhuys, Voogd y van Huijzen, 1985; Northcutt, Williams y Barber, 1966; Oakley y Schaffner, 1983; Snell, 1992; Vanderwolf y Cooley, 1990). La adquisición de un conocimiento práctico de la morfología y relaciones espaciales de las principales estructuras del cerebro de los mamíferos facilita grandemente el estudio de la mayoría de los temas desarrollados en otras asignaturas de la licenciatura de Psicología y que requieren una base de conocimientos neuroanatómicos. El estudio de la macroanatomía sobre un cerebro real facilita al alumno la obtención de una imagen tridimensional de las estructuras estudiadas, la mejor comprensión de las relaciones espaciales existentes entre ellas y la puesta a prueba de los conocimientos adquiridos teóricamente asentándolos y permitiendo corregir los posibles conceptos y relaciones erróneas que se han podido formar el alumno durante el estudio teórico de los mismos. Los cerebros de vaca, oveja

y cerdo son utilizados muy frecuentemente en los laboratorios de prácticas debido a que presentan la morfología típica de mamífero, son fáciles de conseguir y poseen un gran tamaño, lo que facilita su manipulación y su estudio macroscópico.

En la presente práctica se examina la morfología superficial del cerebro de la vaca y se realiza la disección gruesa de sus estructuras más prominentes. Esas mismas estructuras son estudiadas mediante secciones coronales, sagitales y horizontales.

Previamente el profesor realizó las siguientes actividades preparatorias de la práctica: a) confección del cuadernillo de prácticas explicativo del proceso de la práctica, de las operaciones a seguir por el alumno y de las cuestiones y problemas que debe resolver durante la misma; b) realización de las preparaciones de cerebros que muestran las estructuras más importantes estudiadas; c) preparación del material audiovisual (diapositivas y vídeos) mostrando el proceso que el alumno debe seguir durante la práctica y las estructuras y relaciones más importantes.

En una primera sesión se trabajó sobre el material bibliográfico recomendado, vídeos, cuestiones y demostraciones prácticas. En esta sesión se indicaron los objetivos a cubrir en la presente práctica y los contenidos y metodología a seguir, se realizó una demostración acompañada de soporte gráfico (diapositivas, transparencia y proyección de vídeo), de las estructuras que van a ser estudiadas, se instruyó al alumno en el uso del material necesario y así mismo se mostró paso a paso el procedimiento de disección a seguir, comentando las peculiaridades de cada fase del mismo. En sesiones posteriores, en las que se dispuso de un cerebro por cada 2 ó 3 alumnos, fijados y endurecidos, y enjuagados para eliminar los restos de fijador, se procedió en primer lugar al examen superficial del cerebro (meninges. Hemisferios cerebrales: Lóbulos principales, circunvoluciones, cisuras y surcos. Estudio superficial del diencéfalo y el tronco cerebral. Pares craneales). Posteriormente se procedió a la disección interna de uno de los hemisferios, observándose los principales tractos de asociación, fibras arcuatas, largas y comisurales y tractos de proyección. Tras esto se procedió a la disección del asta posterior del ventrículo lateral, analizándose la morfología de los ventrículos laterales, el núcleo caudado, el cuerpo calloso, el hipocampo, el tálamo. Finalmente, con el apoyo de los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores se estudiaron esas mismas estructuras mediante cortes seriados. Este sistema de estudio presenta frecuentemente alguna dificultad para el alumno. La combinación de los dos métodos de estudio facilita grandemente la comprensión y el dominio de este sistema.

Práctica Nº 6. Estudio de la anatomía del cerebro de la rata mediante cortes seriados y empleo de un atlas estereotáxico

Esta práctica supone un avance más e implica la integración de conocimientos y habilidades adquiridos en las prácticas anteriores. Mediante el estudio al microscopio de preparaciones seriadas de cerebro de rata y con la ayuda de un atlas cerebral los alumnos aprenden a reconocer las principales estructuras estudiadas en las prácticas anteriores (Cassella, Hay, y Lawson, 1996; Nauta y Feirtag, 1987; Paxinos y Watson, 1982; Skinner, 1975). Habitualmente los estudios neuroanatómicos emplean cortes seriados. El estudio de las estructuras neuroanatómicas mediante cortes seriados presente frecuentemente cierta dificultad para los alumnos. La tarea abordada en esta actividad práctica se ve grandemente facilitada por las actividades realizadas en las prácticas anteriores, que suponen una transición gradual y progresiva a niveles de mayor complejidad.

3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

3.1. SEGUIMIENTO DE LAS PRÁCTICAS

La mayor parte de los alumnos que asistían a clase lo hacían con regularidad. Así, del total de alumnos que asistieron al menos un día a las clases prácticas (235 alumnos), el 78.4% asistió a 13 ó más de las 15 sesiones de clases prácticas. Por lo tanto puede considerarse como muy satisfactorio el grado de seguimiento si tomamos en grupo en su conjunto en términos cuantitativos.

3.2. Grado de participación y colaboración en práctica.

En términos cualitativos, en general el grado de participación durante las clases prácticas fue muy alto, mostrando los alumnos un buen nivel de motivación (sobre todo en el grupo de alumnos que optó por hacer un seguimiento continuo del sistema propuesto). En general los alumnos habían estudiado con interés el material propuesto en días anteriores al de la celebración de la práctica, y durante la clase práctica realizaban con diligencia todas las tareas propuestas preguntando al profesor cuando tropezaban con alguna dificultad o duda. Frecuentemente los alumnos de los subgrupos que formaban la práctica establecían vivas discusiones entre ellos mismos sobre distintos aspectos de la práctica.

3.3. Resultados en los exámenes de prácticas

Del total de 298 alumnos, 216 alumnos (64.4%) siguieron el sistema de evaluación continuo presentándose a todas las evaluaciones de las prácticas (pruebas de evaluación continua).

El resultado de la evaluación final de junio fue de un 39.4% de aprobados del total de alumnos presentados. La relación entre la calificación final en el examen de junio y el seguimiento con el sistema (pruebas de evaluación continua) fue la siguiente:

- Porcentaje de alumnos aprobados en la convocatoria de junio que realizaron el seguimiento continuo (más de 13 sesiones), parcial (entre 8 y 13), o esporádico (menos de 8) del sistema:
 - Continuo: 68% aprobados
 - Parcial: 26% aprobados
 - Esporádico: 6% aprobados

En cuanto a la evaluación de septiembre, en la que aprobó un 41% de los 83 alumnos presentados, la relación entre resultado obtenido y grado de seguimiento del sistema fue la siguiente:

- Porcentaje de alumnos aprobados en la convocatoria de septiembre que realizaron el seguimiento continuo, parcial, o esporádico del sistema:
 - Continuo: 57% aprobados
 - Parcial: 31% aprobados
 - Esporádico: 12% aprobados

En resumen, de los alumnos presentados a las convocatorias de junio y septiembre, 211 alumnos siguieron el sistema de forma continuada, 36 lo siguieron de forma parcial y 42 lo siguieron de forma esporádica. Un 62.5% de los alumnos aprobados entre las dos convocatorias siguió de forma continuada el sistema propuesto.

3.4. DEFICIENCIAS DETECTADAS EN LA PROGRAMACIÓN Y APLICACIÓN DEL PROYECTO POSIBLES VÍAS DE SOLUCIÓN

Sin duda la mayor deficiencia encontrada es el elevado número de alumnos que constituyen los grupos de prácticas: más de 60 alumnos. En esta materia, un número razonable de alumnos por grupo de prácticas oscila entre 15 y 30. Esta circunstancia limitó sin duda las posibilidades del sistema propuesto y el aprovechamiento que de él se hiciera.

Otra importante dificultad, en gran parte consecuencia de la anterior, consistió en las carencias e inadecuaciones del material y equipamiento de prácticas: mobiliario no adecuado, reducido número de microscopios y otros equipos, etc.

Finalmente, otra deficiencia detectada en este programa de innovación es quizás que los mecanismos de evaluación del mismo han podido ser insuficientes. Este factor debería ser corregido en aplicaciones futuras del mismo. En este sentido Crooks (1988) sugiere que la planificación de la evaluación se realice detalladamente antes de comenzar la aplicación del proyecto y se suministre a los alumnos toda la información referente a los contenidos y la forma de esta evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

- BARR, M.L. (1974). *El sistema nervioso humano. Un punto de vista anatómico*. México. Harla.
- BOLAM, J.P. (1992). *Experimental neuroanatomy. A practical approach*. IRL Press. Oxford University Press. New York.
- BOWER, J.M. Y BEEMAN, D. (1995). *The book of GENESIS*. Springer/Telos.
- BRODAL, P. (1993). *The central nervous system: structure and function.. Oxford University Press*. New York.
- CARPENTER, M.B. (1985). *Fundamentos de neuroanatomía*. Buenos Aires. Ateneo. Capítulo 8: Anatomía macroscópica del encéfalo. pp 15-42.
- CASSELLA, J.P., HAY, J. Y LAWSON, S.J. (1996). *The rat nervous system*. Wiley.
- CASTILLEJO, J.L. (1987). *Pedagogía tecnológica*. Barcelona, CEAC.
- COPPEN, H. (1982). *Utilización didáctica de los medios audiovisuales*. Madrid, Anaya.
- CREUTZFELDT, O.D. (1995). *Cortex Cerebri. Performance, structural and functional organization of the cortex*. Oxford University Press. New York.
- CROOKS, T. (1988). *Assesing student performance*. Kensington, Herdsa.
- FRIESEN, W.O. (1995). *NeuroDynamix. Computer Models for Neurophysiology*. Oxford University Press. New York.
- GUTNICK, M.J. Y MODY, I. (1995). *The cortical Neuron*. Oxford University Press. New York.
- HEITLER, W.J. (1995). *Neurosim for Windows*. Biosoft.
- HINGHTEN, J.N., HELLHAMMER, D. Y HUPPMANN, G. (1987). *Advanced methods in Psychobiology*. Hogrefe.

- HODGKIN, A.L. Y HUXLEY, A.F. (1952). A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *Journal of Physiology*, 117, 500-552.
- HUGHENARD, J. Y MCCORMICK, D.A. (1994). *Electrophysiology of the neuron. An interactive tutorial*. Oxford University Press. New York.
- KOLB, B. Y TEES, R.C. (1990). *The cerebral cortex of the rat*. MIT Press. Cambridge.
- KUFFLER, S. Y NICHOLLS, J.S. (1982). *De la neurona al cerebro*. Reverté. Barcelona.
- MYERS, (1971). *Methods in Psychobiology*. Academic Press. London, 1971.
- MARTÍNEZ, J.M. y otros (1991). Los simuladores como herramientas para la enseñanza de las nuevas tecnologías. *I Conferencia Internacional del Consejo Mundial para la Formación Profesional*, Dic, pp. 63-75.
- NAUTA, W.J.H. Y FEIRTAG, M. (1987). *Fundamentos de neuroanatomía*. Barcelona. Labor pp. 280-288.
- NETTER, F.H. (1962). *Nervous system*. CIBA Collection of Medical Illustrations, vol 1. CIE Pharmaceutical Co.
- NIEUWNUHYS, R., VOOGD, J. & VAN HUIJZEN, C. (1985). *Sinopsis y atlas del sistema nervioso central humano*. Madrid. Editorial AC.
- NOBACK, C.R. (1985). *Sistema nervioso humano. Fundamentos de neurobiología*. Madrid McGraw Hill.
- NORTHCUTT, R.G., WILLIAMS, K.L. & BARBER, R.P. (1966). *Atlas of the sheep brain*. Stipes Publ. Co., Champaign.
- OAKLEY, B. & SCHAFER, R. (1983). *Experimental neurobiology. A laboratory manual*. Michigan. The University Michigan Press. pp 49-74.
- PAXINOS, G. Y WATSON, C. (1982). *The rat brain in stereotaxic coordinates*. Academic Press. Sydney.
- PEINADO, M.A., PEDROSA, J.A. Y RODRIGO, J. (1996). *Avances en inmunocitoquímicas técnicas relacionadas*. Universidad de Jaén.
- RAMÓN Y CAJAL, S.R. (1904). *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*. Tomo II, pp.309-448.
- RAMÓN Y CAJAL - TELLO Y MUÑOZ (1950). *Elementos de histología normal y técnica micrográfica*. Madrid. Diana Artes Gráficas. pp. 497-511.
- SHEPHERD, G.M. (1985). *Neurobiología*. Labor. Madrid.
- SHEPHERD, G.M. (1994). *Neurobiology*. Third Edition. Oxford University Press. New York.
- SIEGELBAUM, S. Y BOOKMAN, R.J. (1995). *NeuralSim. A computerized interactive study tool. Essentials of Neural Science and Behavior*. Appleton y Lange. Connecticut.
- SKINNER, J.E. (1975). *Neurociencia: manual de laboratorio*. México. Trillas.
- SNELL, R.S. (1992). *Neuroanatomy. A review with questions and explanations*. Boston. Little Brown and Company. pp. 159-164.
- STAMFORD, J.A. (Ed). *Monitoring neuronal activity. A practical approach*. Oxford University Press. New York, 1992.
- VANDERWOLF, C.H. & COOLEY, R.K. (1990). *The sheep brain: a photographic series*. London. A.J. Kirby Co.
- WALLIS, D.I. (1993). *Electrophysiology: a practical approach*. Oxford University Press. New York.