



## Propuesta metodológica investigativa en el desarrollo de la asignatura "Anatomía Comparada", de la licenciatura en Ciencias Biológicas.

Steinmann, A.; Provensal, C.; Priotto, J. y Polop, J.

Departamento de Ciencias Naturales, Fac. de Cs. Exactas, Físico -Químicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Río Cuarto.

### Resumen

La propuesta metodológica investigativa implica el planteo de problemas teóricos conceptuales cuya resolución estimula al alumno a asumir un rol protagónico real como verdadero actor del proceso de la ciencia en la práctica de la Anatomía Comparada, lográndose construir su conocimiento. Esta metodología lleva a que el alumno contraste sus ideas previas con los nuevos conocimientos adquiridos, generándose así conflictos, que supera cuando logra construir las nuevas concepciones. Por otro lado, la implementación de esta metodología conlleva un mayor compromiso docente, propendiendo a una actitud creativa y de intercambio. En este papel, el docente, renueva continuamente las situaciones problemáticas propuestas en función de las experiencias previas, presenta diferentes teorías y/o hipótesis alternativas en las cuales pueden enmarcarse los problemas a investigar, genera y modera discusiones, evalúa un proceso y no sólo resultados finales.

### Abstract

The methodology proposed in this work, involve the arrangement of conceptual theoretical problems, whose resolution stimulate the students to assume a protagonic roll as real actors of the scientific process. This methodology leads the students to contrast their previous ideas with the new acquired knowledge, generating in this way, a conflict that is just surpassed when they achieves to construct a new acquaintance. On the other hand, the application of this methodology involve a greater commitment by the teaching staff, leading to a most creative attitude. In this way, the teaching staff continuously changes the conceptual theoretical problems, present different theories and alternative hypothesis, generate and moderate discussions, and evaluate the whole learning process, not only results.

### Introducción

El aprendizaje se concibe como un proceso en el cual la asimilación de contenidos conceptuales, metodológicos y actitudinales, es significativa cuando se construye activamente por cada individuo, logrando la ampliación, sustitución o modificación de ideas previas (Ausubel, 1963). En este proceso, el rol docente consiste en generar situaciones a partir de una actitud crítica y creativa, donde se facilite esta construcción (Rogers, 1975; García y García, 1993). De este modo, el logro del aprendizaje depende tanto de situaciones externas (docentes, clases, libros, experimentos, etc.), como de las experiencias y conocimientos previos que posee el alumno. Así, el aprendizaje pasa a preocuparse de las ideas, de su estructura y de su evidencia, dejando de ser la simple adquisición de un conjunto de nociones correctas, de

un repertorio verbal o de un conjunto de conductas (Posner et al., 1982).

El compromiso de realizar esta propuesta metodológica investigativa, es considerar que el proceso de aprendizaje implica investigar, modificar, movilizar o cambiar ideas e interpretaciones (Piaget, 1973; García y García, 1993). Según Posner et al. (1982), los estudiantes deben realizar sus valoraciones partiendo de la evidencia de la que disponen y a partir de allí, construir una alternativa.

La metodología investigativa propuesta en esta asignatura no se debe identificar exactamente con los llamados "métodos activos", ya que, según lo expresa Porlán (1993), el hecho de primar la actividad del alumno no supone que las acciones realizadas tengan necesariamente un carácter de investigación. Por otro lado, y de acuerdo con Cañal (1987), con la metodología

investigativa no se pretende remedar o simular la investigación científica, por lo que no se la debe confundir con los métodos de "aprendizaje por descubrimiento". En éstos, se espera que si el alumno reproduce la actividad del científico, de forma autónoma, trabajando con los datos de su experiencia en la realidad y sin más ayuda, "descubra" conceptos y llegue a conclusiones parecidas a las cuales el científico arribó (Porlán, 1993). Los métodos basados en el descubrimiento valoran especialmente el aprendizaje de procedimientos y destrezas, en contraposición al centramiento en los contenidos conceptuales (Porlán et al., 1988; Erickson 1989; Rodríguez Barreiro et al. 1992). De acuerdo a Wittrock (1989) y García et al. (1993), la metodología investigativa implica los aspectos procedimentales y las estrategias de actuación con lo conceptual y, tanto el planteamiento de un problema como el proceso de su resolución, están íntimamente vinculados a los contenidos de las disciplinas o de los ámbitos de experiencia a los que el problema se refiere.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que cualquier intento de mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje están condenados al fracaso -o a la falta de operatividad- si no van acompañados, paralelamente, de un perfeccionamiento de los modelos y técnicas de evaluación (Rodríguez Barreiro et al., 1992). Según Petrucci y Cordero (1994), la concepción de los alumnos acerca de la evaluación condiciona el aprendizaje. Para evitar esto, Rodríguez Barreiro et al. (1992), propone que la evaluación ha de estar integrada en el proceso de la enseñanza y del aprendizaje y, por ende, debe servir para modificar aspectos relacionados con el mismo. Quedando ya lejos la idea de que primero se enseña y luego se comprueba (evalúa) lo que se ha aprendido, se trata ahora, de controlar todo el proceso desde el principio al fin, utilizando la información obtenida para retroalimentar continuamente su desarrollo. Según esto, la evaluación debe reflejar la calidad, más que la cantidad del aprendizaje, apoyándose en la observación de los avances conseguidos por cada estudiante (Driver, 1987).

Teniendo en cuenta lo expuesto en el párrafo anterior, proponemos un planteamiento didáctico en el cual la investigación constituye un

principio metodológico fundamental en el desarrollo de la asignatura "Anatomía Comparada", de la Licenciatura en Ciencias Biológicas.

## Objetivos de la propuesta

- Favorecer la comprensión de conocimientos científicos de nociones básicas de Evolución, Sistemática y Variación geográfica, etc. vinculados a los contenidos de la Anatomía Comparada.
- Favorecer el razonamiento y los procedimientos para la obtención de un pensamiento científico (Kempa, 1986), a partir de la: a) identificación del problema; b) formulación de hipótesis; c) planteo de comprobaciones, a través de procedimientos comparativos u observacionales, de las hipótesis planteadas; d) búsqueda de información necesaria para la resolución del problema; e) interpretación de los resultados observados
- Alcanzar un desarrollo del pensamiento creativo.
- Evaluar el aprendizaje del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Descripción de la propuesta

La asignatura "Anatomía Comparada" se dicta en el segundo cuatrimestre del cuarto año de la Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físico, Químicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Esta asignatura cuenta con un total de veintisiete clases de cuatro horas de duración, de las cuales seis de ellas están dedicadas exclusivamente al trabajo de investigación o "monografía".

La propuesta metodológica investigativa que se propone consiste en colocar a los alumnos, en forma individual o grupal, frente a una situación problemática específica. Para ello, los docentes de la asignatura han elaborado diferentes propuestas referidas a situaciones problemáticas particulares dentro de las áreas temáticas de Evolución, Variación geográfica (Anexo I), y Sistemática. Las tres áreas temáticas mencionadas se desarrollan, entre otras, a lo largo del curso de la asignatura (Provensal et al., 1994).

En cada situación problemática figuran los antecedentes a partir de los cuales el alumno deberá identificar un problema, elaborar hipótesis y realizar las predicciones correspondientes. Cuenta además, con esquemas, dibujos y figuras explicativos, según los diferentes casos. Mediante la bibliografía correspondiente, el alumno puede seleccionar los procedimientos y técnicas adecuadas para poner a prueba sus predicciones, discutir sus resultados y elaborar sus propias conclusiones. Además, el alumno deberá reconocer si el problema identificado surge como consecuencia de: falta de información, existencia de explicaciones alternativas, resultados contradictorios, etc. Es importante señalar, que las hipótesis que elaboren los alumnos deben ser formalmente válidas, aunque no necesariamente correctas para la disciplina científica.

Durante este proceso, el alumno cuenta con el apoyo de un docente responsable que, a la manera de un tutor, escucha, guía, discute y controla los avances realizados. En esta condición de tutor, el docente no tiende a aportar "las" soluciones o respuestas correctas al alumno, sino por el contrario, a conducirlo a que asuma su rol de investigador, estimulando su curiosidad, una actitud crítica y autocrítica. Esto, a través de contrapreguntas, ofreciendo bibliografía adicional más específica, sugiriendo la consulta a otros profesionales, promoviendo discusiones y reflexiones. Si bien se realiza un seguimiento evaluativo durante todo el proceso, es importante una evaluación final. La misma consiste en la presentación escrita del trabajo de investigación que deberá contar con las pautas establecidas para el desarrollo del método científico, a saber: una introducción en la cual se especifiquen claramente la situación problemática, la/las hipótesis y la/las predicciones adecuadas; materiales y métodos; resultados; discusión y conclusiones. Esta instancia es de suma importancia ya que, la elaboración de informes cumple una función fundamental en el "proceso investigador", y además, escribir puede constituir un proceso activo de aprendizaje, y no sólo de transcripción al papel de ideas previamente dilucidadas (Contreras Domingo, 1994). Luego de las correcciones pertinentes, se lleva a cabo la presentación oral o "defensa" del trabajo de investigación. Para la presentación oral el alumno cuenta con el

material didáctico de su preferencia (proyector de diapositivas, retroproyector, láminas, etc.). Es muy importante destacar que en esta presentación el alumno explica a sus compañeros y a la totalidad del cuerpo docente de la asignatura (que incluye a su tutor), su situación problemática particular, presenta su objetivo, sus hipótesis y predicciones, y las somete a la evaluación y crítica de la audiencia. Además, expone los resultados obtenidos, los discute y presenta sus conclusiones. Al finalizar la exposición, se invita en primer lugar al resto de los alumnos a que realicen preguntas pertinentes con el fin de promover el debate, discutir resultados obtenidos y/o las conclusiones. Esta actividad de "defensa" del trabajo de investigación también es evaluada.

### **Evaluación de la propuesta**

La propuesta se viene desarrollando desde el año 1996 hasta la fecha y, en general, la experiencia ha resultado altamente enriquecedora tanto para los alumnos como para los docentes. Con respecto a estos últimos, la implementación de esta metodología conlleva un mayor compromiso, propendiendo a una actitud creativa y de intercambio de propuestas, que contribuye a una mejor formación docente. Con respecto a los alumnos, cabe destacar que el proceso es más complejo, siendo incluso posible realizar un análisis de las diferentes etapas por las cuales transitan. En la primera etapa, en la cual el alumno se enfrenta con la situación problemática, se genera alguna dificultad ya que el alumno encuentra gran dificultad en identificar claramente un problema y, más aún, en elaborar una hipótesis acorde con el mismo. En este momento la actividad principal de los alumnos radica en evacuar las dudas de interpretación respecto a las mencionadas situaciones problemáticas, y en una búsqueda desorganizada y no sistemática de bibliografía. En la segunda etapa se comienza a establecer un diálogo personal con el docente tutor, a partir del cual surgen, no solamente dudas específicas respecto a la tarea encomendada, sino también aquéllas referidas a su propia formación y su futuro rol de investigadores. Es en este momento que los alumnos aceptan el proyecto, asumiendo generalmente actitudes, contrapuestas pero simultáneas, de confianza e inse-

guridad. Es a partir de esta instancia donde se observa un cambio de actitud en los alumnos, que los conduce a un mayor compromiso con su propio aprendizaje. En la tercer etapa, los alumnos comienzan una búsqueda bibliográfica organizada para estructurar su diseño experimental, es decir la planificación del trabajo de investigación que incluye el registro de los datos con determinada metodología como así también el análisis de los mismos y la presentación escrita del trabajo de investigación. En este momento, el alumno reemplaza o reorganiza sus conceptos, realizando un cambio conceptual radical denominado por Piaget (1973), "acomodación". Ahora, cuando la situación problemática se perfila claramente, elaboran la o las hipótesis y las predicciones que de ellas se desprenden, y comienzan a dar forma a su producción escrita. La cuarta etapa se caracteriza por actividades manipulativas: obtención de los datos, consultas interdisciplinarias y análisis de los resultados. Finalmente, en el momento de redactar la discusión de los resultados, los alumnos se familiarizan con autores de bibliografía relacionada a su propio trabajo de investigación, y, nuevamente se profundiza el diálogo con el docente tutor.

Cabe destacar que la aplicación de esta metodología implica un gran esfuerzo. Esto conduce al equipo docente a una revisión constante de la metodología aplicada, tanto en lo general como en lo particular, participación en cursos de especialización docente, elaboración de nuevas situaciones problemáticas, consulta constante de bibliografía específica y actualizada.

## **Anexo 1: Ejemplo**

### **Antecedentes sobre estudio de variación geográfica en *Calomys musculinus* (rodentia, muridae)**

La laucha de campo *Calomys musculinus* (Thomas, 1916) es uno de los representantes de más amplia distribución de la fauna de pequeños roedores en Argentina. La evidencia actual indica que su distribución comprende en nuestro país una extensa superficie que se extiende desde las provincias de Formosa y Salta al norte, hasta la provincia de Río Negro al sur (aproximadamente desde el paralelo de 22° al de 38° de latitud sur). Está presente en una amplia gama de provincias biogeográficas, en un

rango que incluye desde áreas donde la vegetación predominante es el bosque xerófilo caducifolio hasta donde la formación dominante es el matorral o la estepa de gramíneas. Las condiciones climáticas dentro del rango de distribución varían marcadamente. El roedor está presente en áreas donde la temperatura mínima media alcanza los 5° C y en áreas donde ella llega a los 17° C, o bien en zonas donde las precipitaciones ocurren durante casi todos los meses del año variando entre los 500 mm a los 1200 mm anuales, a áreas donde aquella varía entre los 80 mm y los 250 mm concentrada sólo en el verano. Este animal es extremadamente adaptable, y con una gran amplitud de hábitat (Kravetz y Polop, 1983), es decir que evidencia una gran tolerancia ecológica, esperándose así en sus poblaciones heterogeneidad genética y variación comportamental y morfológica.

La teoría evolutiva actual reconoce a los factores ecológicos como uno de los factores de variación intra e interpoblacional (que pueden ejercer presión de selección sobre el fenotipo), y dentro de éstos a los relacionados con el hábitat, a las condiciones temporales-climáticas y a los dependientes de la densidad poblacional (Mayr, 1968). Los dos primeros pueden considerarse dentro de la variación geográfica. La hipótesis nula en estudios de variación geográfica es que los patrones de diferenciación entre poblaciones corresponden a procesos históricos dados por azar.

Gardenal et al. (1980), a través de zimogramas electroforéticos demostraron un alto grado de polimorfismo y heterocigosidad dentro de poblaciones de *C.musculinus* provenientes de distintas localidades del país. Por otro lado, encontraron una gran homogeneidad entre las poblaciones de *C.musculinus* de siete localidades de la provincia de Córdoba. Estos autores explicaron esta homogeneidad a través de dos hipótesis alternativas: a) las poblaciones están aisladas y sobre ellas actúan presiones de selección semejantes; b) existe entre las poblaciones un importante flujo génico. Al respecto la evidencia permite adherir a la aceptación de la existencia de un continuum genético en la especie en la zona de estudio. Esto por varias razones. En primer término, las poblaciones de *C.musculinus* no están separadas entre sí por

barreras geográficas importantes. En estas poblaciones, además, no se registró aislamiento reproductivo. Otra evidencia importante, considerando los mecanismos de transmisión del virus Junín en *C. musculinus* (Maiztegui y Sabbattini, 1977), es la forma y el tiempo de expansión geográfica progresiva que presenta la enfermedad producida por dicho virus. La cadena de transmisión del virus Junín entre roedores se hace a través del contacto con la saliva o la orina contaminada de los mismos. Así, el área endémica de la zoonosis desde su foco inicial quintuplicó su superficie, extendiéndose como una mancha de aceite en sólo unos pocos años. Debe considerarse sin embargo, que una

de las manifestaciones de la heterogeneidad interpoblacional, sobre la que se ha obtenido considerable información en otras especies, es la variación morfológica. Boonstra y Krebs (1979) y Mihok y Fuller (1981) observaron que la relación entre el tamaño del cuerpo y el del cráneo es un sensible indicador de los procesos poblacionales que pueden estar bajo presión de selección directa. Estos últimos autores indican además que los caracteres cuantitativos continuos podrían estar establecidos en relación a las condiciones existentes en el período de rápido crecimiento y sujetos a selección en épocas de condiciones poblacionales adversas.

## Bibliografía

- Ausubel, D. P. 1963. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton. New York. USA.
- Boonstra, R. and Krebs, C. 1979. Viability of large and small size adults in fluctuating vole populations. *Ecology*, 60:567-573.
- Cañal, P. 1987. Un enfoque curricular basado en la investigación. *Investigación en la Escuela*, 1: 43-50.
- Contreras Domingo, J. 1994. Investigación en la acción. *Cuadernos de Pedagogía*. N° 224: 14-19.
- Driver, R. 1987. *Children's Learning in Science Project*. CSSME: Leeds. USA.
- Erickson, F. 1989. Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza, en Wittrock, M. C.. *La investigación de la enseñanza*. Paidós MEC: Barcelona.
- García, J. E. y García, F.F.1993. *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Ed. Díada. Sevilla, España.
- Gardenal, N., Sabbattini M. S. and Blanco, A. 1980. Enzyme polymorphism in a population of *Calomys musculinus* (Rodentia, Cricetidae). *Biochem. Genet.*, 18: 563-575.
- Kempa, R. 1986. *Assessment in Science*. Cambridge University Press. USA.
- Kravetz, F. y Polop, J. 1983. Comunidades de roedores en agroecosistemas del Departamento de Río Cuarto, Córdoba. *Ecosur*, 10: 1-18.
- Maiztegui, J. y Sabbattini M. S.1977. Extensión progresiva del área endémica de Fiebre Hemorrágica Argentina. *Medicina* (Buenos Aires), 37: 162-176.
- Mayr, E. 1968. *Especies animales y evolución*. Universidad de Chile, De. Ariel. Santiago, Chile.
- Mihok, S. and Fuller, W. A. 1981. Morphometric variation in *Clethrionomys gapperi*: are all voles created equal? *Can. Journal of Zoology*, 59: 2275-2283.
- Petrucci, D. y Cordero, S. 1994. El cambio en la concepción de la evaluación: implementación universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12 (2): 289-294.
- Piaget, J. 1973. *La formation de la notion de force*. Paris, PUF. Francia.
- Porlán, R. 1993. *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Díada Editora. España.
- Porlán, R.; García, E. J. y Cañal, P. 1988. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla. España.
- Posner, G. J., Siriki, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science of Education*. 66 (2): 211-227.
- Provencal, M. C.; Steinmann, A.; Castellarini, F.; Priotto, J. y Polop, J. 1994. Un enfoque metodológico en la enseñanza de la Anatomía Comparada. *Memorias de las II Jornadas de Enseñanza de la Biología*. pp. 189-193.
- Rodríguez Barreiro, L. M., Gutiérrez Muzquiz, F. A. y Molliedo Cea, J. 1992. Una propuesta integral de evaluación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 10: 254-267.
- Rogers, C. 1975. *Freedom to learn*. Columbia, O.H: Merrill. USA.
- Wittrock, M. C. 1989. *La investigación de la enseñanza. Métodos cualitativos y de observación*. Paidós. MEC: Barcelona. España.