

---

## Investigación Educativa en la asignatura Anatomía Comparada, de la Licenciatura en Ciencias Biológicas.

---

*Andrea Steinmann, Cecilia Provensal, José Priotto y Fabiana Castellarini*

Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales.  
Universidad Nacional de Río Cuarto.

### Resumen

La propuesta metodológica investigativa que se viene desarrollando desde 1996 en la asignatura "Anatomía Comparada" enfrenta a los alumnos a una situación problemática específica que incluye los antecedentes a partir de los cuales deben identificar un problema, elaborar hipótesis y realizar predicciones y ponerlas a prueba, discutir sus resultados y elaborar conclusiones. Durante el año 2000 se implementó una evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje a través del estudio de casos. El objetivo de la investigación educativa fue analizar la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de un estudio cualitativo y descriptivo que permitió validar en la práctica la propuesta metodológica implementada. La información se obtuvo mediante: documentos personales; registros narrativos; encuestas y opinión de docentes participantes. Pese a las dificultades que se les presentaron en las primeras etapas de desarrollo de su "pequeña investigación", los alumnos alcanzaron un nivel de satisfacción personal mayor que el alcanzado por la "mera" aprobación de una asignatura, ya que esta propuesta les permitió sentirse como reales actores de su formación. Para los docentes implicados en el proceso, los resultados obtenidos fueron positivos.

### Abstract

The methodology applied in "Anatomía Comparada" since 1996 face the students to a specific problematic situation that include information that allow students to identify a problem, elaborate a hypothesis and make and tests predictions, discuss results and elaborate their owns conclusions. During 2000 the teaching staff of the signature implement an evaluation of the learning process through the study of cases. The aim of our educative investigation was to analyse the dynamics of the whole learning process through a qualitative and descriptive study that allowed the teaching staff to validate in the practice the methodology applied in "Anatomía Comparada". The methodology used in this work to provide the information was: personals documents; narrative records; inquests and teachers opinions. Although in the firsts stages of the learning process the students face some troubles, afterwards they reach a satisfactory personal level greater hand merely approve the signature. This methodology allows students to feel like real actors of their own educative formation. The teaching staff perceived the results obtained as positive.

### Introducción

La asignatura "Anatomía Comparada" se dicta en el segundo cuatrimestre del cuarto año de la Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas que ofrece la Facultad de Ciencias Exactas, Físico, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto. La propuesta metodológica investigativa que se viene desarrollando desde el año 1996 hasta la fecha, consiste en colocar a los alumnos frente a una situación problemática específica (Posner et al. 1982; Porlán et al. 1988; Wittrock, 1989; García y García, 1993; Porlán, 1993; Steinmann et al. 2001). Para ello, los docentes de la asignatura "Anatomía Comparada" elaboran diferentes propuestas referidas a situaciones problemáticas particulares dentro de las áreas temáticas de Evolución, Variación geográfica y Sistemática

(Anexo 1), tres áreas temáticas que se desarrollan, entre otras, a lo largo del curso de la asignatura (Provensal et al. 1994). En cada una de las situaciones problemáticas entregadas figuran los antecedentes a partir de los cuales el alumno debe identificar un problema, elaborar hipótesis, realizar predicciones, poner a prueba sus predicciones, discutir sus resultados, elaborar sus propias conclusiones, y un listado de la bibliografía sugerida. Además, el alumno debe reconocer si el problema identificado surge como consecuencia de: falta de información; existencia de explicaciones alternativas; resultados contradictorios; etc. En esta propuesta se trata de recrear al alumno en una "pequeña investigación" que tiene por objeto aproximarlo al trabajo científico a través de la observación y la formulación de hipótesis, a la vez que potencia diversos procedimientos de trabajo (Cañal,

1987; Busquets et al. 1993). La asignatura cuenta con un total de veintisiete clases, de cuatro horas de duración cada una, de las cuales seis de ellas están dedicadas exclusivamente al desarrollo de la actividad de investigación, más las horas de consulta establecidas entre los alumnos y sus docentes tutores. En nuestra propuesta es necesario que el alumno arribe a problemas a los que tenga que encontrar solución y que el docente intervenga como guía, con sugerencias, planteos, formulación de preguntas generales y específicas que lleven al alumno a familiarizarse con el área de conocimiento donde se ubica el problema, a activar sus conocimientos previos y a encontrar una estrategia de resolución. Se trata también de fomentar la reflexión sobre lo observado y sobre sus consecuencias.

Es así que 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 a conducirlo a que asuma su rol de investigador, estimulando su curiosidad y una actitud crítica y autocrítica. Esto, a través de preguntas, contrapreguntas, ofreciendo bibliografía adicional más específica, sugiriendo ideas, la consulta a otros profesionales ajenos a la asignatura y promoviendo discusiones y reflexiones (Pozo, 1996; Steinmann et al. 2001). Si bien se realiza un seguimiento evaluativo durante todo el proceso (Rodríguez Barreiro et al. 1992), también se lleva a cabo una evaluación final (Contreras Domingo, 1994). La misma consiste en la presentación escrita del trabajo de investigación realizado, que debe ajustarse a las pautas establecidas para el desarrollo de la actividad científica (Kempa, 1986; Wittrock, 1989).

Luego de las correcciones pertinentes se lleva a cabo la presentación oral o "defensa" del trabajo de investigación. Cabe destacar que si bien en el trabajo "*Propuesta metodológica investigativa aplicada en el desarrollo de la asignatura Anatomía Comparada*", publicado en la revista de Educación en Biología (Steinmann et al. 2001) se desarrolla una evaluación de la propuesta educativa, recién durante el año 2000 el equipo de docentes de la asignatura

implementó una evaluación del proceso de enseñanza a través del estudio de casos. Así, y según Rodríguez Barreiro et al (1992), el concepto de evaluación adquiere un nuevo significado, ya que evaluar equivale a recapacitar sobre el proceso global de enseñanza y aprendizaje; es decir, a investigar.

La investigación educativa (IE) llevada a cabo por los docentes en su "papel de profesor investigador" (Erickson, 1989), no se limitó a determinar el número de alumnos que superaron los objetivos programados en la asignatura sino que reflejó, describió y analizó el progreso de cada estudiante, apoyándose en la observación de los avances conseguidos por cada uno de ellos (Driver, 1987). Nuestro método de investigación es cualitativo ya que en su implementación no existe ni control ni manipulación de variables y el investigador y el objeto de investigación están relacionados. Además, la interacción personal constante de los participantes en la IE (alumnos y docentes) permite la obtención de información relevante de manera continua y fluida, por lo cual se puede describir al método aplicado como interactivo (Goetz y LeCompte, 1988).

Por otra parte, nuestra IE es situacional, ya que elabora pronósticos diagnósticos sobre un problema concreto y los intenta resolver en su propio contexto, suscitando en quienes intervienen en el proceso educativo una mejor toma de conciencia acerca de los recursos disponibles y de sus posibilidades de movilización.

## Objetivos

El objetivo de nuestra investigación fue analizar la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Anatomía Comparada a partir de un estudio cualitativo y descriptivo que permita validar en la práctica la propuesta metodológica investigativa implementada con los alumnos de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas.

## Diseño de la IE aplicada

Teniendo en cuenta que el estudio de casos es considerado como una estrategia de diseño de la investigación cualitativa, utilizamos el Estudio de Caso Colectivo propuesto por Stake

(1994). En este diseño se indaga sobre un fenómeno (en este caso la "pequeña investigación"), a partir del estudio intensivo de varios casos relacionados con ese fenómeno (12 alumnos cursantes de Anatomía Comparada). El sistema de obtención de información se llevó a cabo mediante: a) Documentos personales; b) Registros narrativos; c) Encuestas; d) Opinión de docentes participantes.

**a) Documentos personales.** Este sistema de toma de datos incluyó: una **representación gráfica** realizada por cada uno de los 12 alumnos al finalizar la clase en la cual se les presentó la situación problemática particular; o sea, antes de comenzar con el desarrollo de su "pequeña investigación" y respondiendo a la consigna: *"Expresa sobre el papel, utilizando el menor número de palabras posible, cuál es la percepción y la actitud que te genera la propuesta investigativa"* y una **entrevista personal** que consistió en conversaciones personales mantenidas entre un alumno y un docente destinadas a comentar, explicar, ampliar y profundizar las expresiones representadas por el alumno en su producción gráfica.

**b) Registros narrativos.** A lo largo del desarrollo de su "pequeña investigación", cada alumno mantuvo entrevistas con su docente tutor. En el transcurso de las mismas se analizaron los logros alcanzados en cuanto a: la elaboración de preguntas, la detección del problema, la formulación de hipótesis y predicciones, los diseños propuestos, etc., quedando registros escritos de lo conversado. Esta modalidad de seguimiento longitudinal permitió registrar la evolución del proceso en forma continua y realizar comparaciones prolongadas (Buendía et al. 1999).

**c) Encuestas.** Este tipo de instrumento como sistema de recogida de datos permite tanto la valoración de las actividades del alumno y del docente, como del proceso de construcción del aprendizaje.

Las encuestas fueron entregadas a cada alumno al finalizar la exposición oral del trabajo de investigación (Anexo 2).

## Análisis de datos

Con respecto a los documentos personales, a partir del análisis de las representaciones gráficas surgió que algunos dibujos, signos, palabras y preguntas aparecían con mayor frecuencia que otras. Así, fueron muy frecuentes los dibujos de relojes, almanagues, rostros y libros (83%), los signos de interrogación (100%) y los signos de exclamación (58,3%). Por otra parte, las palabras que aparecieron más frecuentemente fueron: duda, incertidumbre, confusión, desconcierto, tiempo (75%), y presión y miedo (58,3%). Las preguntas que se plantearon en casi la totalidad de los casos fueron: ¿por dónde empiezo? ¿cómo comenzaré? ¿sabré investigar? ¿me dará cuenta del problema? ¿podré? ¿llegaré? ¿tendré tiempo?.

En el transcurso de las entrevistas los alumnos expresaron más profunda y extensamente sus inquietudes y en general sus planteos correspondieron a inseguridades personales que se transferían a sus inquietudes respecto a la tarea encomendada. Así, en un primer momento, la situación problemática específica que se les planteó fue experimentada por los alumnos como un enfrentamiento personal con sus propias capacidades. Por ejemplo se registraron, entre otras, las siguientes expresiones:

*... "Todo lo que estudié y aprendí no sé si voy a poder aplicarlo a la práctica"... "Me dí cuenta que no me acuerdo de los contenidos aprendidos"... "Mi problema es saber que tengo que hacerme preguntas, leer, hacerlo sola"... "Pensar que desde que empecé mi carrera mi objetivo fue investigar y ahora que tengo la oportunidad de hacerlo no sé por dónde empezar"... "Pienso en los nervios que voy a pasar durante todo el proceso y al mismo tiempo no quiero pensar en eso porque me anulo"... "Me genera miedo, inseguridad, incertidumbre e intranquilidad".*

Respecto del análisis de los registros narrativos se puede inferir que las etapas correspondientes a la identificación del problema, elaboración de hipótesis y predicciones, fueron las que presentaron mayores dificultades y, por ende, las que les insumió más tiempo (aproximadamente el 60% del tiempo total disponible para el desarrollo de la "pequeña investigación"). Las siguientes son hipótesis y predicciones planteadas por dos alumnos, a partir de los antece-

dentes presentados para el área temática de evolución (Anexo 1).

**Hipótesis.**

*“Las poblaciones de roedores del yacimiento Fositos habrían sufrido un cambio en sus frecuencias alélicas, el cual se expresaría en diferencias en los estados de los caracteres morfológicos homólogos en las poblaciones de roedores del yacimiento Cohuén”.*

**Predicción**

*“Si las poblaciones de roedores del yacimiento Fositos hubiesen sufrido un cambio en sus frecuencias alélicas, el cual se expresaría en diferencias en los estados de los caracteres morfológicos homólogos en las poblaciones de roedores del yacimiento Cohuén; entonces al comparar los cráneos de los roedores de los yacimientos encontraremos series de transformación polarizadas (estados primitivos en los cráneos de los roedores del yacimiento Fositos y derivados en los cráneos de los roedores del yacimiento Cohuén)”.*

**Hipótesis**

*“Los roedores de la población correspondiente al yacimiento Fositos evolucionaron a partir de los roedores de la población correspondiente al yacimiento Cohuén”.*

**Predicción**

*“Si los roedores de la población correspondiente al yacimiento Fositos evolucionaron a partir de los roedores de la población correspondiente al yacimiento Cohuén, entonces se encontrarán transformaciones en los estados de algunos de los caracteres homólogos de los cráneos correspondientes a cada yacimiento”.*

Por otra parte, una vez superadas esas etapas, la elaboración del diseño correspondiente se llevó

a cabo con relativa facilidad. A esta etapa le siguió la toma de los datos necesarios y su posterior procesamiento, tarea que realizaron sin dificultad y con prontitud. Posteriormente, en la etapa correspondiente al análisis de los resultados obtenidos y a la discusión de los mismos, los alumnos se encontraron con dificultades a la hora de interpretar sus propios resultados y de aplicar sus criterios personales.

Finalmente, llegado el momento de la elaboración escrita de su trabajo de investigación volvieron a encontrarse con varias dificultades, muchas de las cuales parecían haber sido superadas por ellos mismos en etapas anteriores (por ejemplo: replanteo de las hipótesis, poca relación entre los antecedentes presentados y la situación problemática específica, falta de claridad en la descripción del problema planteado, desconocimiento de cómo se redacta un trabajo de investigación, etc.). Esta última etapa insuñó mucho esfuerzo de parte de los alumnos y docentes y mucho tiempo de consulta con los docentes tutores. Incluso en algunos casos (4), esta etapa recién pudo ser superada luego de la exposición oral del trabajo y tras una revisión, discusión y corrección de lo elaborado anteriormente.

Con respecto a las encuestas, en las tablas 1 y 2 se presentan los resultados surgidos de las mismas expresados en cantidad de alumnos (n) y porcentajes (%) correspondientes a cada una de las preguntas formuladas. Las respuestas a la pregunta número 11 se agruparon en los ítems que aparecen en la tabla 2.

Pregunta N°	SÍ		Más o menos		NO	
	N	%	n	%	n	%
1	0	0	8	66,7	4	33,3
2	5	41,7	6	50,0	1	8,3
3	1	8,3	8	66,7	3	25,0
4	8	66,7	3	25,0	1	8,3
5	10	83,3	0	0	2	16,7
6	1	8,3	7	58,4	4	33,3
7	10	83,3	2	16,7	0	0
8	8	66,7	4	33,3	0	0
9	2	16,7	0	0	10	83,3
10	11	91,7	1	8,3	0	0

Tabla 1. Resultados de las encuestas, expresados en cantidad de alumnos (n) y porcentajes (%).

Pregunta N° 11	n	%
Luego de la elaboración de un esquema de trabajo.	1	8,3
Luego de plantear la hipótesis.	1	8,3
Luego de obtener y analizar los resultados.	3	25,0
Luego de la exposición oral.	4	33,3
En ninguna.	3	25,0

**Tabla 2.** Resultados correspondientes a la pregunta N° 11 de la encuesta, expresados en cantidad de alumnos (n) y porcentajes (%).

## Discusión y Consideraciones

El reconocimiento respecto al grado de dificultad en cuanto a la detección del problema varió de acuerdo a los diferentes momentos en los cuales se implementaron los distintos sistemas de recogida de información. Así, según los registros narrativos, la “detección del problema” fue una de las etapas que presentó mayores dificultades, pero, según los resultados obtenidos a partir de las encuestas, ninguno reconoció una dificultad concreta en cuanto a la detección del problema.

Esta diferencia en los resultados obtenidos podría estar relacionada con la evolución del proceso de aprendizaje a partir de los aportes, discusiones, debates e interacciones en general, entre los docentes y los alumnos. A su vez, estas interacciones continuas entre docentes y alumnos podrían haber conducido también a una modificación de las percepciones negativas, de miedo, inseguridad, etc., que tenían los alumnos en las primeras etapas del proceso de aprendizaje.

No obstante no ocurrió lo mismo con el reconocimiento del grado de dificultad en cuanto a la formulación de la hipótesis, con la producción escrita del trabajo de investigación, con el manejo de los tiempos y con el cumplimiento de la secuencia de las pautas establecidas para el desarrollo de un trabajo científico, ya que, tanto los registros narrativos como las encuestas, revelan resultados similares.

Por otra parte, si bien a la gran mayoría de los alumnos les agradó la propuesta de investigación y estuvieron conformes con el trabajo realizado, más de la mitad de los casos estudiados expresaron no haber vencido los miedos ante la propuesta hasta después de haber transitado la mayor parte de su elaboración. Curiosamente

esto se contrapondría, en cierto modo, con que la gran mayoría de los alumnos no solicitó la ayuda de otros profesionales ajenos a la asignatura y con la conformidad expresada respecto a la atención y dedicación de sus docentes tutores.

Uno de los mayores obstáculos en la aplicación de nuestra propuesta educativa fue la falta de confianza de los alumnos en su propia capacidad de resolución de situaciones problemáticas. Pero, si tenemos en cuenta un sistema educativo que generalmente confunde la resolución de situaciones problemáticas con la resolución de ejercicios que básicamente presentan una única respuesta y en los que se trata de comprobar el grado en que el alumno domina una rutina o un sistema de resolución previamente “explicado” por el profesor (Pozo, 2000), sin crear espacios para que el alumno se detenga a pensar, analizar, criticar, etc., podemos entender la dimensión del desafío que implica una propuesta de este tipo.

Por otra parte esa forma de “ejercitación” al que hicimos referencia, en el cual se mantiene una actividad de investigación como una tarea de toma de datos estipulada previamente por el docente (las habitualmente denominadas “guías de trabajos prácticos, por ejemplo”) al que están habituados los alumnos, contribuiría a explicar la facilidad y prontitud con la que ellos mismos llevaron a cabo la etapa de obtención de datos.

No obstante, y pese a todo, a partir de los registros narrativos surge que los alumnos participantes de este proceso alcanzaron un nivel de satisfacción personal mayor que el alcanzado por la “mera” aprobación de una asignatura, tal vez porque esta propuesta les permite sentirse como reales autores de su formación.

A partir de lo observado y analizado a través de todo el proceso de la investigación cualitativa, los docentes implicados en el proceso entienden que los resultados obtenidos son positivos. Así, a la vista de los logros de la aplicación de

nuestra propuesta educativa y teniendo en cuenta la "significatividad psicológica" de los objetivos y contenidos propuestos, creemos que sería importante generalizar su implementación a áreas temáticas de otras asignaturas.

### Anexo 1: Estudio evolutivo de roedores pertenecientes a la Familia Muridae.

En el caso particular de la situación problemática del área temática de evolución se presenta, acompañando los antecedentes correspondientes, un cuadro estratigráfico que sintetiza cuatro diferentes niveles estratigráficos en un perfil de una barranca de arroyo de 20 metros aproximadamente de altura, localizada en el suroeste de la provincia de Córdoba. El más viejo (el inferior) data de hace 45.000 años aproximadamente y corresponde al período Pleistoceno, coincidente con el comienzo de un ciclo de glaciación (condiciones climáticas semejantes a las actuales). El siguiente, corresponde a la glaciación propiamente dicha (condiciones climáticas de máximo frío y sequedad, asociadas a un proceso de desertización generalizada). El nivel estratigráfico que se presenta a continuación data de hace 10.000 años aproximadamente y corresponde al límite entre el período Pleistoceno-Holoceno (con condiciones climáticas de mayores valores promedio de temperatura y humedad que el precedente). El último nivel (el superior) corresponde a la actualidad. El primer y tercer nivel estratigráfico contienen yacimientos fosilíferos ("Fositos" y Cohuen" respectivamente) que incluyen restos óseos de roedores, con aproximadamente 16 cráneos completos cada uno de ellos.

Así, en este caso, la pregunta disparadora podría ser si existe alguna relación entre los roedores presentes en los dos yacimientos y, de ser así, si la relación existente pudiese ser evolutiva (filogenética) o ecológica (por migración).

### Anexo 2: Modelo de la encuesta entregada.

Responde a cada una de las siguientes preguntas colocando una cruz en el espacio asignado a las diferentes valoraciones.

Preguntas	Si	Más o menos	No
1. ¿Te resultó difícil detectar el "problema"?			
2. ¿Te resultó difícil formular la hipótesis?			
3. ¿Te resultó difícil elaborar el diseño?			
4. ¿Te resultó difícil la producción de la comunicación escrita de tu trabajo de investigación?			
5. ¿Respetaste desde el inicio la secuencia de las pautas establecidas para el desarrollo de un trabajo científico?			
6. ¿Lograste un buen manejo de tus tiempos?			
7. ¿Te agradó la propuesta de investigación?			
8. ¿Estás conforme con el trabajo de investigación que realizaste?			
9. ¿Requeriste la ayuda de otros profesionales ajenos a la asignatura?			
10. ¿Te sentiste suficientemente atendido por tu docente tutor?			
11. ¿En qué etapa lograste vencer los miedos planteados en la representación gráfica y en la primer entrevista?			

### Bibliografía

- Buendía, L.; González, D.; Gutiérrez, J. y Pegalajar, M. 1999. *Modelos de análisis de la investigación educativa*. Ed. Alfar.
- Busquets, M. D.; Cainzos, M.; Fernández, T.; Leal, A.; Moreno, M. y Sastre, G. 1993. *Los temas transversales. Claves de la formación integral*. Aula XXI. Santillana.
- 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*, 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. La investigación de la enseñanza*. Ed. Paidós MEC. Barcelona. España.
- García, J. E. y F. F. García. 1993. *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Ed. Diada. Sevilla. España.

- Goetz, J. P. y M. D. LeCompte. 1988. *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Ed. Morata. Madrid. España.
- Kempa, R. 1986. *Assessment in Science*. Cambridge University Press. USA.
- Porlán, R.; García, E. J. y Cañal, P. 1988. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Ed. Diada. Sevilla. España.
- Porlán, R. 1993. *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Ed. Diada. 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*. Vol. 66 (2): 211-227.
- Pozo, J. I. 1996. *Aprendices y maestros*. Ed. Alianza-Psicología. Minor. Madrid. España.
- Pozo Municio, J. I. y Gómez Crespo, M.A. 2000. *Aprender y enseñar ciencia*. Ed. Morata. Madrid. España.
- Provensal, 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 Molledo Cea, J. 1992. Propuesta integral de evaluación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 10: 254-267.
- Steinmann, A.; Provensal, M. C.; Priotto, J. y Polop, J. 2001. Propuesta metodológica investigativa en el desarrollo de la asignatura "Anatomía Comparada", de la licenciatura en Ciencias Biológicas. *Revista de Educación en Biología*. Vol. 4: (1) 25-29.
- Wittrock, M. C. 1989. *La investigación de la enseñanza. Métodos cualitativos y de observación*. Ed. Paidós, MEC. Barcelona. España.