

Seminario Estudiantil Reinartz: Adaptación del método ABP en la enseñanza de la Fisiología Animal en Zootecnia

Mónica Reinartz Estrada¹, Verónica González Cadavid².

■ Resumen

El Seminario Estudiantil Reinartz (SER) es una estrategia didáctica que se fundamenta en el enfoque problémico e investigativo de la enseñanza de las ciencias. Ha sido implementado desde el año 2003 en el curso de Fisiología Animal en el programa curricular de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. El objetivo principal de este estudio de caso fue el de comparar el efecto de la aplicación del SER en el rendimiento académico de los estudiantes. Para esta investigación se conformaron dos grupos: el 1 o control, sin aplicar el SER, entre los años 2000 y 2003; el grupo 2, aplicándolo en el período 2003-2006. El análisis cualitativo se fundamentó en el método de observación sobre terreno y la revisión de las evaluaciones oficiales que cada semestre hacen los estudiantes sobre el curso. Resultados: el grupo 2 manifestó mayor motivación, aprendizaje significativo, autonomía, integración teórico-práctica, fortalecimiento de su lenguaje científico, trabajo colaborativo.

Palabras clave: Seminario de fisiología animal, enseñanza problémica, integración teoría-práctica, aprendizaje significativo, trabajo colaborativo.

¹ Profesora Asociada del Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Zoot, MV, Esp, PHD Ciencias de la Educación, Universidad de Montreal. mreinar@unal.edu.co

² Zootecnista. MSc. Estudiante de Doctorado en Reproducción Animal. Universidad de Federal de Ceara, Brasil. eduvigesgc@yahoo.com



Reinartz Student Seminar: Adaptation of PBL method in the teaching of Animal Physiology in Animal Science

■ Abstract

The Reinartz Students Seminar is a teaching technique based on the focus on research and problems for teaching sciences. It has been implemented since 2003 in the Animal Physiology course included in the Animal Science Program at Universidad Nacional de Colombia, Medellín. The main objective of this case study was to compare the effect of the Reinartz Seminar on the academic performance of students. For this research work, two groups were defined: Group 1 or control, in which the seminar was not applied, between years 2000 and 2003, and Group 2, in which the seminar was applied, between 2003 and 2006. The qualitative analysis was based on the field observation and the revision of the official evaluations of the course, performed by students every semester. Results: Group 2 showed a higher motivation, a significant learning, autonomy, theoretical and practical integration, strengthening of their scientific language and collaborative work

Key words: Animal physiology seminar, problem teaching, theoretical and practical integration, significant learning, collaborative work.

Reinartz Student Seminário: Adaptação do método PBL no ensino de Fisiologia animal em Ciência Animal

■ Resumo

O Seminário Estudiantil Reinartz (SER) é uma metodologia didática que se fundamenta no enfoque problemático e investigativo do ensino das ciências. Foi implementado desde o ano 2003 no curso de Fisiologia Animal no programa curricular de Zootecnia da Universidade Nacional de Colômbia, sede Medellín. O objetivo principal deste estudo de caso foi o de comparar o efeito da aplicação do SER no rendimento acadêmico dos estudantes. Para esta investigação se conformaram dois grupos; o 1 ou controle, sem aplicar o SER, entre os anos 2000 e 2003; o grupo 2, aplicando-o no período 2003-2006. A análise qualitativa se fundamentou no método de observação sobre terreno e a revisão das avaliações oficiais que cada semestre fazem os estudantes sobre o curso. Resultados: O grupo 2 manifestou maior motivação, aprendizagem significativa, autonomia, integração teórico-prática, fortalecimento de sua linguagem científica, trabalho colaborativo.

Palavras importantes: Seminário de fisiologia animal, ensino problemático, integração teoria-prática, aprendizagem significativa, trabalho colaborativo.

■ Introducción

En el ámbito internacional se vienen presentando unos fenómenos importantes en el contexto educativo, como la inclusión de las pedagogías intensivas, el trabajo dirigido al estudiante y el trabajo colaborativo, entre otros. Esto ha conducido a considerar la posibilidad de romper viejos paradigmas como los del aprendizaje únicamente memorístico, la clase magistral, el protagonismo exclusivo del profesor y el concepto de aula de clase.

La aparición de los conceptos de heteroevaluación, acreditación y globalización de la educación también han influido en la implementación de modelos pedagógicos y didácticos (Bolívar, 2001), así como en la visión de currículo en los diferentes programas académicos universitarios y en la concepción de la educación científica.

El caso de la universidad latinoamericana no es la excepción (López, 1999) ni tampoco lo es la Universidad Nacional de Colombia que se ha planteado la necesidad de reforzar la idea de volver más eficiente el tiempo en clase en términos de aprendizaje y de aprovechar el trabajo del estudiante por fuera de la misma, así como de fortalecer la investigación y el componente teórico-práctico en la formación académica, especialmente en lo que se refiere al tiempo que se le dedica a la teoría y a la práctica, a la proporción entre ellas en una asignatura y, lo que es más importante aún, a la calidad y eficiencia de las mismas (Universidad Nacional de Colombia, 2004).

Especial importancia se le ha dado al anterior aspecto en la carrera de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias, sede Medellín, carrera con un alto componente práctico entre sus asignaturas. Igualmente ha sido un tema ampliamente tratado en congresos y seminarios (Congreso Latinoamericano de ciencias Fisiológicas, 2003, 2006, 2009;

Congreso Nacional de Fisiología, 2004, 2010), particularmente en lo que corresponde a la enseñanza de las ciencias básicas, como la Fisiología Animal.

Se han realizado algunos acercamientos en este sentido, como los de Giuliadori (2009), en el que se resalta la importancia del componente práctico y del trabajo colaborativo en el aprendizaje de esta ciencia en el ámbito universitario, y Reinartz (2007), en torno a la creatividad como factor integrador de la teoría y la práctica en la enseñanza de la Fisiología Animal. En un intento por contribuir a dar solución a la problemática que gira en torno a la integración la teoría y la práctica en la educación científica universitaria, se presenta a continuación un estudio de caso realizado en el curso de Fisiología Animal en Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, entre los años 2000 y 2006. En él se propone y analiza una estrategia didáctica teórico-práctica para la enseñanza con enfoque problémico de la Fisiología Animal, basada en la investigación.

Marco teórico: Enseñanza problémica

Los avances en las ciencias y en la tecnología, así como la renovación permanente del conocimiento inducen y exigen transformaciones en la enseñanza de las mismas (Molina, 2003); este veloz progreso, que también se da en las ciencias biológicas, es un asunto al cual se enfrenta la docencia moderna y para lo cual debe generar propuestas coherentes y adecuadas, de acuerdo con los diversos contextos académicos (Flisser, 2006).

Esto ha hecho que la comunidad científica se interese en mejorar las prácticas de enseñanza de las ciencias en el nivel universitario, entendiendo que al mismo tiempo nos encontramos frente a un nuevo tipo de estudiante, que llega con necesidades y exigencias diferentes, y con



habilidades y competencias intelectuales definidas (Mauffette, 2007), que exigen transformar los modelos de enseñanza y que posibilitan aplicar metodologías basadas en la construcción activa de significados conceptuales y en la solución de problemas (Woods, 2006).

En este sentido, a partir de la década de los 90, comienza una fuerte transformación en la educación, ligada al aumento vertiginoso de la información, al incremento del número de estudiantes y al cambio en las necesidades académicas y profesionales de los mismos (Rangachari, 2007).

Básicamente lo que se empieza a definir es un tipo de enseñanza centrada en el estudiante, el paso de profesor a educador y el aumento en las necesidades de práctica (Sefton, 2001). Se concreta, además, la necesidad de un aprendizaje más activo (Rangachari, 2007), con el apoyo de medios audiovisuales, la educación a distancia por Internet y laboratorios virtuales, que aumentan el aprendizaje activo y lo convierten en un proceso multisensorial (Nageswari et al., 2004).

En consecuencia, los objetivos de la formación científica se redefinen y se consideran los siguientes (Mauffette, 2007):

- **Autonomía:** entendida como el razonamiento científico, la comunicación clara y precisa, la gestión de tiempo y la organización de ideas.
- **Responsabilidad científica:** verificación de hipótesis, interpretación de resultados y recomendaciones técnicas con base en los mismos.
- **Desarrollo personal e implicación social:** curiosidad y ética.
- **Adquisición de conocimiento:** oscila desde lo molecular al ecosistema, predomina la especialización rigurosa.

Con base en lo anterior se comienza a acuñar el concepto de "Enseñanza Problémica", también en las ciencias biológicas, entendido como un sistema de métodos mediante el cual los alumnos se enfrentan a ciertas contradicciones de su objeto de estudio y las asimilan como problemas, y exigen soluciones efectivas a través de tareas y preguntas que contienen elementos de problematicidad (Guanche, 2005).

En este sentido una de las posibilidades pedagógicas más claras es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o "Problem Based Learning" (PBL) el cual surge a partir de las experiencias de Dewey y Piaget, en la década de 1930, y de Lewin, en la década de 1940, quienes incluyen la idea de trabajo activo en el aprendizaje. En los 70 este método es introducido en la Facultad de Medicina McMaster (Canadá), y de Maastricht (Holanda), y pasa luego a Inglaterra (Cox, 2001).

Actualmente es aplicado en más de 200 facultades de Medicina y Medicina Veterinaria en el mundo; es ampliamente utilizado en Norteamérica (Cassasus, 1999; Fernández, 2005) y en muchas escuelas de medicina en el Reino Unido (Woods, 2003), y se ha comprobado que sirve para desarrollar habilidades de observación (Molina, 2003) y da la oportunidad de entrar en contacto con el objeto de estudio (Figuerola-Hernández, 2001).

El ABP se define como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para hacer ciencia (Astolfi, 2007) y para la adquisición e integración de nuevos conocimientos (Morales y Landa, 2005). A diferencia del convencional, invierte el trabajo en el alumno (Di Bernardo, 2004), se centra en el estudiante e induce el aprendizaje autodirigido (Morales y Landa, 2005). El ABP se basa en situaciones reales y ayuda a la explicación de fenómenos y al entendimiento de conceptos teóricos, aplicándolos en la vida práctica

(Vicario, 2007) y da herramientas de trabajo y aprendizaje al estudiante (Dochy, 2003).

En cuanto al docente, se afirma que se convierte en tutor que explora el conocimiento preexistente de los estudiantes, genera y orienta la discusión, promueve el auto-estudio, investiga, asesora y promueve el trabajo colaborativo, (Hmelo-Silver, 2006; Hjiizen et al, 2007). Necesariamente debe tener conocimiento profundo de la materia y definir claramente el contrato didáctico, es decir, la posición y el rol de los estudiantes en el proceso educativo (Woods, 2006).

Se sugiere el seguimiento de las siguientes etapas para la aplicación del ABP en una asignatura o en un currículo (Cassasus, 1999; Woods, 2003):

- Clarificar los términos y conceptos del problema.
- Definir el problema.
- Análisis del problema.
- Formulación de hipótesis explicativas.
- Lectura y trabajo individual, consulta a especialistas.
- Presentación y discusión de resultados.
- Síntesis.

En cada una de dichas etapas se hace fundamental el rol del profesor, que es quien debe hacer todo lo debido para que ocurra el aprendizaje significativo, se afiancen las competencias intelectuales de los estudiantes y se fortalezca el aprendizaje activo en lugar del pasivo-reproductivo (Ranganchari, 2007).

El ABP y la enseñanza de las ciencias básicas animales

En lo que se refiere a los procesos pedagógicos en la Zootecnia y la Medicina Veterinaria se puede decir que ha ido aumentando el interés en torno al aspecto pedagógico y didáctico (Congreso

Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas 2003, 2006, 2009; Congreso Nacional de Fisiología, 2004). En el caso específico de la enseñanza de la fisiología, en el mundo viene ocurriendo lo mismo (Hansen, 2001), aunque es difícil pensar en un currículo ideal de fisiología, ya que este se adecua a las necesidades locales y a las tendencias de cada escuela. De igual manera, se debe recordar que los objetos de conocimiento en la fisiología están en permanente evolución (West, 2002).

Cabe resaltar que en la Comunidad Económica Europea se han evaluado cerca de 100 facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia en cuanto a sistemas de educación en relación con los estándares mundiales y al concepto de acreditación. De ese estudio se ha concluido que se requiere mantener las fortalezas, y que ninguna escuela por sí sola puede cubrir toda la ciencia animal o siquiera gran parte de ella (Fernández, 2005). Vale indicar que el ABP se ha usado en Fisiología Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Cornell (Estados Unidos) (Cox, 2001), en la Universidad de Quebec (Canadá) en Biología, y se ha comenzado a aplicar en el curso de Morfofisiología de la Universidad de la Sabana (Colombia), y las ventajas reportadas de su aplicación son el afianzamiento de conceptos científicos, el aumento de la reflexión y la discusión, el consenso y la deducción (Moni, 2005), integración de las ciencias básicas a las de los ciclos profesionalizantes (Woods, 2003) y comprensión de los conceptos teóricos (Vicario, 2007).

Se considera que por lo logrado en las universidades citadas anteriormente, el ABP favorece la integración de la teoría y la práctica, porque se basa en casos reales, desarrolla habilidades de observación (Molina, 2003), lo cual es vital en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la fisiología, y de ahí las posibilidades de aplicarlo en la enseñanza de



esta ciencia, para la cual son importantes la práctica y las actividades de laboratorio (Goodman, 2007), lo cual ya había sido enunciado por Boone (1995).

El Seminario Estudiantil Reinartz (SER)

El SER es una estrategia de enseñanza de la Fisiología Animal que se viene aplicando desde el año 2003 en la carrera de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Esta metodología intenta conducir al estudiante a la comprensión de los fenómenos fisiológicos observados en los animales a través de su experiencia cognoscitiva directa, al romper el esquema del aprendizaje repetitivo y exclusivamente memorístico, y se fundamenta en los principios de la *Enseñanza Problémica*, involucrados, a su vez, en los aspectos señalados por Mcneal y Mierson (1999), indispensables para el aprendizaje de la fisiología:

- Organización de información.
- Identificación de lo que no se sabe.
- Capacidad de preguntar.
- Actitud crítica.
- Generación de ideas e hipótesis.
- Aplicación de conceptos previos.

Se indican los siguientes pasos para aplicar la metodología SER:

1. Definir y comunicar a los estudiantes los objetos de conocimiento de la asignatura; es decir, qué se va a enseñar. En el caso del curso de fisiología animal, son los siguientes: homeostasis, balances térmico, hídrico, electrolítico y ácido-base, principios de transporte de sustancias, mecanismos de regulación

de los sistemas orgánicos, comunicación celular, potencial de membrana, mecanismos de interacción. Todos ellos asociados a procesos bioquímicos, biofísicos y metabólicos aplicados a los diferentes sistemas orgánicos: nervioso, óseo-muscular, endocrino, cardio-respiratorio, renal, digestivo.

2. Se conforman equipos de tres a cinco estudiantes, quienes eligen un tema y definen un problema a estudiar dentro del mismo, con las condiciones de estar relacionado y sustentado desde la fisiología y tener trabajo de campo o de laboratorio. El profesor dirige la formulación del tema general del seminario: por ejemplo "Termorregulación".

3. Cada equipo elabora un proyecto sobre su tema, incluyendo título, antecedentes, justificación, objetivos, marco teórico, metodología, cronograma y bibliografía. El profesor asesora.

4. Durante el semestre se acuerdan tres sesiones de trabajo independiente de asesoría con el docente, donde se discute la propuesta, se observa y analiza el desarrollo de las partes del proyecto y se da solución a las inquietudes sobre el tema. En la primera sesión se hace un seguimiento hasta los objetivos del proyecto; en la segunda, se revisan el marco teórico y la metodología, antes de ir al trabajo de campo.

5. Una vez elaborado y analizado el proyecto se realiza el trabajo de campo en el laboratorio de Fisiología Animal o en una de las fincas de la Universidad. Allí los estudiantes tienen la oportunidad de entrar en contacto con su objeto de trabajo, los animales y, además, integran conceptos teóricos de esta asignatura y otras anteriores a través de la práctica.

Igualmente es en ese momento donde directamente se enfrentan al componente práctico del problema que se viene analizando.

6. Obtenidos los resultados, se procede a su análisis y discusión. En este momento los estudiantes deben aplicar sus conocimientos teóricos (previos y nuevos) para poder explicar los fenómenos observados. Aquí se realizará una última reunión entre el grupo de estudiantes y el profesor, se hace un seguimiento al análisis de resultados y a las conclusiones, y se dan bases para la elaboración del informe final, así como para la presentación del trabajo ante la comunidad académica a través del seminario.

7. Elaboración del informe final del trabajo.

8. Organización y preparación por parte de los estudiantes de la presentación del Seminario Estudiantil al final del período académico, en el cual los equipos exponen públicamente su trabajo a la comunidad universitaria.

9. La propuesta sugiere que cada equipo escriba un artículo basado en su trabajo. Esto es un trabajo adicional y no es un requisito de la asignatura.

10. Evaluación. En cuanto a la valoración académica (término actual para la evaluación), el Seminario Estudiantil rompe algunos paradigmas, ya que se basa en lo que aprende el estudiante durante todo el proceso y no en lo que dejó de aprender. No es punitiva. Se valora desde la actividad real y desde lo logrado por el estudiante individual y colectivamente. Se promueve la auto-evaluación, en la cual el estudiante se autorregula en aspectos como el nivel de participación en el proyecto, trabajo colaborativo, conocimiento adquirido. Por tratarse de la enseñanza de ciencias básicas, como la fisiología, se sugiere que a través del trabajo de campo, y de la discusión y la argumentación de los resultados y su respectivo análisis se motiven las habilidades mentales de observación, interpretación, comparación y análisis, así como también la argumentación y la creatividad (Reinartz, 2007).

■ Materiales y métodos

Esta investigación fue realizada entre los años 2000 y 2006 en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en el curso de Fisiología Animal del quinto semestre del programa curricular de Zootecnia.

Para analizar el efecto académico del *Seminario Estudiantil Reinartz* se compararon 12 semestres, los cuales se dividieron en 2 grupos. Grupo 1 (Control): conformado por seis semestres académicos en los cuales no se empleó el SER, entre los años 2000 y 2002; grupo 2: seis semestres en los cuales se aplicó la metodología SER, en los años 2003, 2004 y 2006.

Las condiciones del estudio fueron homogéneas, ya que en todos los cursos los temas abordados fueron los sistemas cardio-respiratorio, renal y digestivo, con una intensidad de 4 horas semanales y con igual número de prácticas de igual duración y tema, realizadas en las mismas fincas de la Universidad.

Para el análisis de los resultados se recurrió a los métodos cualitativos (Van der Maren, 1996; Mengal, 2004), los cual se llevaron a cabo a través de observaciones directas sobre el terreno de trabajo, es decir, en el aula de clase, en el laboratorio de Fisiología Animal del departamento de Producción Animal y en las fincas de la Universidad, donde se llevaron a cabo los proyectos de los estudiantes.

Las observaciones se centraron en el trabajo de los estudiantes, tanto individual como grupal, considerando aspectos como participación activa, autonomía, creatividad, iniciativa, integración al equipo de trabajo e innovación de la propuesta. Igualmente se tuvieron en cuenta las evaluaciones que oficialmente hacen los estudiantes con respecto a los profesores de cada curso al final de cada semestre; en ellas se apreció una respuesta muy positiva en aspectos



como los niveles de motivación generados por la pedagogía del docente y la percepción de los estudiantes sobre el nivel de aprendizaje de la asignatura.

Para su análisis se establecieron relaciones entre los diferentes parámetros a través del programa de análisis cualitativo de datos QDA Miner (Qualitativ Data Analysis). Para el análisis cuantitativo se emplearon los datos oficiales del Centro de Cómputo de la Institución, con los cuales se comparó el rendimiento académico de los estudiantes durante los períodos de estudio.

■ Resultados, Análisis y Discusión

1. Análisis cualitativo

En la Universidad Nacional de Colombia cada semestre los estudiantes evalúan oficialmente cada asignatura. Para el análisis de esta investigación se tomaron dos aspectos considerados en dicha evaluación: el de la motivación que siente el estudiante por la metodología empleada por el docente y el de la percepción de lo aprendido en la asignatura. Los porcentajes para cada grupo se presentan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Niveles de motivación generados por el aspecto pedagógico de la asignatura (% de estudiantes del grupo).

Nivel de Motivación	Grupo 1	Grupo 2
BAJO	12	5
MEDIO	60	40
ALTO	38	55

Tabla 2. Percepción de los estudiantes sobre el nivel de aprendizaje de la asignatura (% de estudiantes del grupo).

Nivel de Aprendizaje	Grupo 1	Grupo 2
BAJO	20	10
MEDIO	30	10
ALTO	50	70

Con respecto al nivel de motivación se observa que el grupo 1 tiene el mayor porcentaje de motivación en el nivel medio; el grupo 2, en el alto. El grupo 1 tiene más del 10 % en un nivel bajo de motivación, mientras el 2 solo tiene el 5 %. A partir de la aplicación del SER, se disminuyeron los niveles de motivación bajo y medio, y se incrementó el alto, lo que muestra una respuesta positiva al cambio de una metodología basada en la repetición hacia una donde los estudiantes toman una posición más protagonista y proactiva frente a su aprendizaje. Se considera que ello es el resultado de presentar al estudiante problemas propios de su carrera y de darle elementos prácticos y teóricos para su solución.

En lo que concierne a la percepción de lo aprendido en la asignatura, se vio el mismo efecto. Es decir, el SER ayuda al proceso de aprendizaje y a mejorar el nivel de comprensión del estudiante de Fisiología Animal, conduciendo hacia el aprendizaje significativo de una ciencia.

Basándose en lo indicado por Hjizen (2007), se podría conjeturar que ambos aspectos están íntimamente ligados y que la motivación es uno de los factores que puede estar favoreciendo el aprendizaje y el mejor desempeño académico de los estudiantes del grupo 2.

Con base en lo registrado sobre el terreno en este período de estudio, se observaron los siguientes resultados:

Se cambia el concepto de aula de clase, en principio limitado al espacio físico en el cual se recibe el curso, y luego concebido como el conjunto de lugares o momentos en los cuales se pueden realizar actividades académicas que tengan que ver con el curso (en nuestro caso incluye las fincas, el laboratorio y la oficina del docente donde se llevan a cabo los encuentros entre docente y grupos de trabajo); puede decirse que se amplía, ya que con el fin de avanzar en

su proyecto, el contacto entre los estudiantes y de estos con el docente no se limita al salón ni a las horas de clase estipuladas en el programa. A su vez, los estudiantes pueden aprovechar directamente los recursos del laboratorio y de las fincas, sin limitarse a ser simples espectadores de lo que hace el profesor.

Debido a que el SER simula la realidad, el estudiante puede comparar por sí mismo lo aprendido en la teoría, aplicarlo a la práctica y desarrollar un conocimiento más profundo y una mayor capacidad analítica, ya que confronta el conocimiento que tiene con los conceptos nuevos que va adquiriendo. Pareciera ser que esto genera motivación. Así mismo lo indica Masui (1999), además de insistir en que la motivación genera más orientación, más recursividad y estimula la discusión académica.

En el caso de la Fisiología Animal, el estar en contacto con su objeto de trabajo, los animales, además de tener una serie de preguntas respecto a su tema de investigación en su proyecto, se incrementa el nivel de observación de los estudiantes y de participación en la solución del problema, lo cual se observa especialmente cuando comienzan el trabajo de campo directamente con los animales y al analizar los resultados de su trabajo. Esto los lleva a organizar mentalmente sus ideas y a darle una estructura lógica a su pensamiento, y les facilita interpretar resultados, solucionar problemas, superar los obstáculos que se les presentan, mejor la conceptualización científica, elaborar conclusiones y formular teorías. Es una experiencia directa de aprendizaje y de construcción de saberes.

Referente al trabajo en equipo, se ven múltiples ventajas: en primer lugar, se enfrentan a la elaboración de un proyecto de investigación, muy probablemente el primero en su vida, lo que implica compromiso, discusión y trabajo colaborativo. Coincide esto con lo



anotado por Mergendoller (2005), cuando afirma que el trabajo cooperativo genera una relación interactiva entre los miembros del grupo. También Giuliadori (2009) enfatiza las ventajas de dicho tipo de trabajo, explicando que existe la tendencia a aumentar el nivel académico del grupo y el trabajo colaborativo. De acuerdo con lo observado en esta investigación se considera que lo anterior ha sido fundamental en la respuesta colectiva a la implementación del SER; se homogeneiza por lo alto la calidad académica de los estudiantes que cursan la asignatura, lo cual se sustenta a través del rendimiento académico del grupo al final del semestre, especialmente porque presentan unos trabajos de buena calidad en el seminario y también porque la diferencia de notas entre los estudiantes no es muy grande y el curso es ganado por la mayoría de los estudiantes, si no es por todos.

Durante la segunda fase del estudio, grupo 2, se evidenció especialmente durante la defensa de su trabajo en el seminario y en la sustentación escrita del mismo un mayor potencial analítico en los estudiantes y una mejor calidad de sus preguntas, como también mayor confianza para generar hipótesis, más libertad para expresar ideas y proponer vías de solución a los problemas en estudio en sus proyectos; en esto se coincide con lo observado por Wilhelm (2003). Igualmente se logra inducir el aprendizaje significativo, entendido como la integración de un saber en el individuo (Ausubel, 1963).

En el trabajo observado durante las sesiones con el docente y directamente en el trabajo de campo, así como al unirse para realizar el trabajo final, aparecen la discusión y la crítica constructiva entre los mismos estudiantes en un ambiente sano de estudio y trabajo grupal, hecho referenciado por Hansen (2001), en el cual se crean y afianzan los conceptos teórico-prácticos y se fortalecen las competencias interpretativa, argumentativa y propositiva de los

estudiantes. Se puede apreciar el surgimiento de líderes en cada equipo y en el grupo en general.

Se evidencia en el seminario y en el trabajo final que los conceptos teóricos iniciales de los estudiantes han evolucionado, y se observa un buen nivel de coherencia y la aplicación de los mismos a la explicación de los resultados obtenidos en campo; ellos comienzan a incorporar en su discurso académico un lenguaje más técnico-científico; entiéndase este último como el lenguaje específico de la ciencia en cuestión, la Fisiología Animal. Ello parece indicar que hay un cambio conceptual positivo, proceso que amerita ser investigado con mayor profundidad.

Igualmente se constató, a través de la elaboración de un proyecto completo (título, antecedentes, justificación, objetivos, marco teórico, metodología, análisis de resultados, conclusiones y su presentación pública a la comunidad universitaria), que favorece la disciplina de la investigación en lo que concierne a la indagación de un fenómeno y la búsqueda de respuestas, la lectura y en alguna medida la escritura científica, debido probablemente a la necesidad de formular bien su proyecto y conducir adecuadamente su investigación. Fortalece la conceptualización científica.

Otro de los resultados obtenidos es que con esta metodología el concepto de evaluación se transforma en el de valoración académica, ya que no se trata exclusivamente de asignar una calificación o nota a un trabajo o examen puntual, sino que hay un seguimiento del estudiante dentro de las distintas facetas del curso (teoría, práctica, trabajo colaborativo, en grupo, presentación de un seminario). Se convierte en un hecho transversal al curso basado en la autorregulación y deja de ser un resultado puntual para llegar a ser parte del aprendizaje. Esta observación coincide con la de Ballester (2000), quien afirma que la evaluación es parte del aprendizaje.

2. Análisis de las evaluaciones

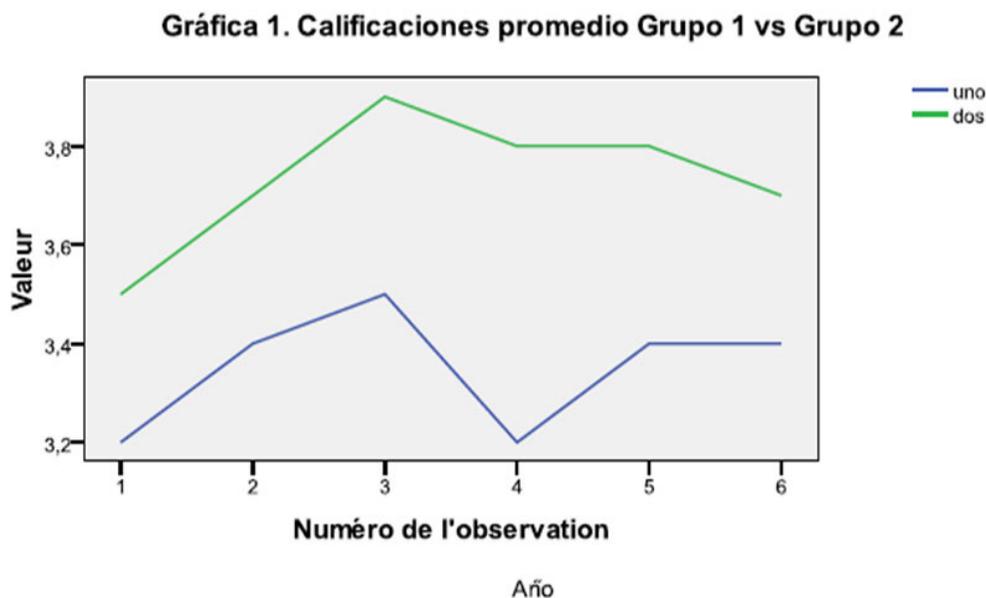
En la tabla 1 y la gráfica 3 se observa que siempre los promedios de calificaciones en el grupo 2, en el cual se aplicó el SER, fueron mayores que en el grupo 1 (control); igual se puede afirmar

para los valores mínimos y máximos de las notas de los estudiantes y el rango de las mismas. Esto permite evidenciar un efecto positivo de la metodología aplicada, no solo en el aprendizaje sino de valoración académica.

Tabla 3. Promedio de notas en el grupo 1 (Control) y en el grupo 2.

Variable	Grupo 1	Grupo 2
PERÍODO EVALUADO	2000-2002	2003-04-06
PROMEDIO DE NOTAS	3.35	3.73
RANGO DE NOTAS	3.2-3.5	3.5-3.9
VARIANZA	0.015	0.019
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.1225	0.1366

Gráfico 1. Calificaciones promedio de los grupos 1 y 2 (escala 0 a 5; 0 es la nota menor).





■ Conclusión

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se puede afirmar que el Seminario Estudiantil Reinartz (SER) es una estrategia didáctica de enfoque problémico e integrador de la teoría y la práctica en la enseñanza de la Fisiología Animal que favorece el aprendizaje significativo, el desempeño académico de los estudiantes y su autorregulación. Se considera factible su aplicación en otras ciencias.

■ Agradecimientos

Se expresa especial gratitud a los estudiantes de Zootecnia que han participado durante estos años en el curso de Fisiología Animal y a los grupos que desde el año 2003 han coordinado los Seminarios Estudiantil de Fisiología Animal en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Por supuesto, se agradece a los colegas que han criticado constructivamente este proceso y han ayudado a asesorar a los estudiantes; un sincero reconocimiento al personal de las fincas y los laboratorios de la Universidad Nacional, también para las empresas que han brindado su colaboración desinteresada: todos sus aportes fueron valiosos.

A la zootecnista y estudiante de doctorado Verónica González Cadavid, exalumna y colega, con quien he compartido la agradable experiencia de escribir este artículo.

■ Dedicatoria

A mis maestros la señora Úrsula Seifert y el señor Hemerson Moncada Ángel, quienes con su ejemplo han promovido mi vocación por la enseñanza. Gracias. Mónica Reinartz Estrada.

■ Referencias

Astolfi, J.P., 2007. *Enseigner les sciences comme (à) des géants*. En: Regards multiples sur l'enseignement des sciences. Ed. Multimondes. Canada. 27 p.

Ausubel, D. 1963. *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton. Xiv,. New York. 155 p.

Ballester, M et al. Evaluación como ayuda al aprendizaje. Venezuela. Ed. Laboratorio Educativo. 2000.

Bolívar, E. 2001. *El contexto de la transformación curricular en la Universidad de Antioquia*. En: Memorias. Seminario: sistematización y evaluación de los procesos curriculares en la universidad de Antioquia. Medellín. p.63.

Boone, W., et al. 1995. Instructing the animal physiology graduate student in human assisted reproductive technology. *Journal of Animal Science*. 73:2503-2506.

Cassasus, P., et al. 1999. *An initial experiment in hematology instruction using the PBL method in 3th year medical training in France*. *Hematol Cell Ther*. 41: 137-144.

Cox, J. 2001. Veterinary education and PBL. *The Veterinary Journal*. 162:84-86.

Di Bernardo, J., Puyol, R. 2004. Aprendizaje basado en problemas en la carrera de bioquímica: un enfoque constructivista que facilita el proceso de aprendizaje. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Argentina. pp 1-5.

Dochy, F., et al. 2003. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Elsevier Science*. University of Leuven/ Maastricht. 13:533-568.

- Fernandez, T. 2005. European veterinary education: a bridge to quality. *The veterinary Journal*, 169:210-215.
- Figuroa-Hernández, J., et al. 2001. *Aprendizaje basado en problemas. Educación médica*. Departamento de Fisiología. Universidad Autónoma de México. 44(1).
- Flisser, A; Pérez, R. 2006. *Aprendizaje de la parasitología basado en problemas*. Cuadernos de medicina en investigación y salud. Capítulo 40. 1ª Edición. México: Editores de textos Mexicanos. 381-391 p.
- Giuliodori, M.; Lujan, H & DiCarlo, S. 2009. Student interaction characteristics during collaborative groupe testing. *Adv. Physiol. Educ.* 33:24-29.
- Goodman, B., et al. 2007. Scientific principles of education research: experimental biology. *Advanced Physiology Education*. 31:374-376.
- Guanche, A. 2005. La enseñanza problémica de las ciencias naturales. *Revista Ibero- americana de Educación*. 36(6).
- Hansen, P. 2001. Workshop on teaching Physiology. *Advanced Physiology Education*, 25:62-63.
- Hijzen, D., Boekaerts, M., Vedder, P. 2007. *Exploring the links between student's engagement, cooperative learning, their goal preferences and appraisals of institutional conditions in classroom*. Leiden University. Holland. *Learning and Instruction* 17:673- 687.
- Hmelo-Silver, C., Barrows, H. 2006. Goals and strategies of PBL facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based learning*. 1:21-39.
- López, E; Álvarez, A; 1999. La aplicación de los principios generales del constructivismo a la didáctica de la fisiología animal. *Rev. ped. universitaria*. 4(3): 50-59.
- Masui, Ch., De Corte, E. 1999. Enhancing learning and problem solving skills: orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools. *Learning and instruction*. 9:517-542.
- Mauffette, Y. 2007. *Enseigner les sciences en tant que tuteur dans une pédagogie active*. En: Regards multiples sur l'enseignement des sciences. Ed. Multimondes
- Mcneal, A., & Mierson, S. 1999. *Teaching critical thinking skills in physiology*. *American Journal of Physiology*. 277 (6pt2), S268-269.
- Mengal, P. 2004. *Statistique descriptive-recherches en sciences de l'éducation*. Ed. Peter Lang. Alemania.
- Mergendoller, J., Maxwell, N; Bellísimo, Y. 2005. The effectiveness of problem-based instruction: a comparative study of instructional methods and student characteristics. *The Interdisciplinary Journal of PBL*. 1(2): 49-69.
- Molina, J., et al. 2003. Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*. 3(2): 79-85.
- Moni, R., Beswick, E., Moni, K. 2005. Using student feedback to construct an assessment rubric for a concept map in physiology. *Advanced Physiology Education*. 29:193-203.
- Morales, P., Landa, V. 2005. ABP-PBL. *Theoria*. 13:145- 157.
- Ranganchari, P. 2007. Back to the future? Active learning of medical physiology in the 1900s. *Advanced physiology education*, 31:283-287.
- Reinartz, M. Congreso Internacional XXI de



- Ciencias Fisiológicas. 2003. Ribeirão Preto. Brasil.
- Reinartz, M. Congreso Internacional XXII de Ciencias Fisiológicas. 2006. Buenos Aires. Argentina.
- Reinartz, M. 2007. *La creatividad: elemento integrador de la teoría y la práctica en la enseñanza de la fisiología animal*. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 42- 48 p.
- Reinartz, M. Congreso Internacional XXIII de Ciencias Fisiológicas. 2009. Pucón-Chile.
- Reinartz, M. Congreso Nacional de Fisiología. 2004 y 2010. Bogotá.
- Sefton, A. 2001. International workshop: modern approaches to teaching and learning physiology. *Physiology Education*. 25:64-71.
- Nageswari, S., K., Malhotra, A., Kapoor, N., Kaur, G. 2004. Pedagogical effectiveness of innovative teaching methods initiated at the department of physiology. *Advan. Physiol. Educ.* 28:51-58. Universidad Nacional de Colombia. 2004. Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia. *Serie de trabajo N° 3*.
- Van der Maren, J.M. 1996. *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Boeck-Université. Bruxelles. Belgique.
- Vicario, A., et al. 2007. ABP, una estrategia creativa para mejorar el aprendizaje en las titulaciones de biología y química. Facultad de ciencia y tecnología. Universidad del País Vasco.
- West, J. 2002. Thoughts on teaching physiology to medical students in 2002. *The Physiologist*. Department of Medicine. 45(5): 389. UCLA. San Diego. USA.
- Wilhelm, P., Beishuizen, J. 2003. Content effects in self-director inductive learning. *Learning and instruction*. 13: 381-402.
- Woods, D. 2003. ABC of learning and teaching in medicine. *Biomedical Journal*. 326-328 p.
- Woods, D. 2006. Preparing for PBL. McMaster University. Canada.