

Comprensión y aprendizaje: una introducción a la enseñanza comprensiva y al diseño experimental en el contexto de una fisiología integrativa

Mahieu, Stella*; **Millen, Néstor***; **Contini, María del Carmen***; **Manuale, Marcela****

Resumen

La enseñanza para la comprensión constituye un enfoque didáctico que pretende desarrollar un currículum basado en la organización de tópicos generativos que promuevan mejores procesos comprensivos en el aula.

Este trabajo se enmarca en un proyecto CAI+D sobre investigación del valor de la organización de los contenidos en la carrera de Bioquímica.

En la cátedra de Fisiología se seleccionó un tópico que fuera significativo para la disciplina y para los alumnos, de manera de facilitar los procesos comprensivos. El desarrollo de diversas actividades obligatorias y no obligatorias y el diseño de un trabajo experimental posibilitaron concretar algunas de las aspiraciones educativas para ayudar a los alumnos a aprender comprensivamente.

La comparación entre dos grupos que habían tenido diferentes experiencias pedagógicas de organización de la enseñanza y de la evaluación nos permitió inferir resultados positivos en el aprendizaje del grupo que ya había recorrido un camino metodológico a través de tópicos generativos.

Introducción

La enseñanza para la comprensión, es decir, la idea de que lo que aprenden los alumnos tiene que ser internalizado y factible de ser utilizado en muchas circunstancias diferentes dentro y fuera de las aulas, como base para un aprendizaje constante y amplio, siempre lleno de posibilidades, ha sido considerada como una meta educativa valiosa de ser alcanzada. Pero los esfuerzos por concretarla han sido dispersos.

* Cátedra de Fisiología Humana. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, UNL.

Los marcos conceptuales actuales sobre el currículum y las investigaciones didácticas enfatizan la necesidad de que los alumnos comprendan conceptos clave de las disciplinas, desarrollen disposiciones intelectuales y hábitos mentales asociados a la investigación, construyan su propia comprensión en vez de limitarse a incorporar el conocimiento creado por otros, y que además puedan ver las conexiones entre lo que aprenden en la institución educativa y en la vida cotidiana. Como el foco está puesto en la comprensión y no en la repetición, las nuevas perspectivas exigen a los docentes que realicen una selección criteriosa del contenido curricular, que puedan ser claros respecto de los propósitos que persiguen con la enseñanza y que propongan evaluaciones basadas en los desempeños comprensivos de los estudiantes y en el intercambio e integración entre los procesos de enseñar y de aprender. Se recomienda a los docentes que indaguen en un pequeño núcleo de ideas y conceptos que puedan ser abordados en profundidad y a los cuales puedan volverse en distintos grados, y que se conecten con ideas que atraviesan diferentes campos de indagación y de la vida de los alumnos.

Experiencia de tópicos generativos en Fisiología Humana

La Fisiología emerge como una disciplina científica caracterizada por su énfasis en los mecanismos homeostáticos de todos los niveles de organización. Habitualmente, los estudiantes adquieren contenidos y conceptos de la fisiología como una serie de fenómenos aislados no relacionados entre sí, sin alcanzar a entender que toda la fisiología se sustenta sobre contados principios fundamentales aplicables a todas sus áreas. En general, esto dificulta la comprensión del funcionamiento de los diferentes sistemas fisiológicos y de su regulación.

En este proyecto se exploró el caudal generativo de un tópico probable utilizando la técnica de la “red de ideas”, constatando que el tema “Regulación de la Homeostasis del Líquido Extracelular (LEC)” presentaba un gran número de asociaciones y que permitía la utilización de diversos tipos de actividades.

Para que las células, tejidos y órganos de los seres pluricelulares cumplan sus funciones en forma óptima las condiciones del medio interno deben mantenerse dentro de límites estrechos. La homeostasis es la capacidad de autorregulación que mantiene la constancia del organismo por la acción coordinada de los procesos fisiológicos. La regulación involucra mecanismos altamente especializados que se ponen en marcha simultánea o progresivamente, en forma coordinada, y que controlan las funciones de los diferentes sistemas.

Reconociendo que la esencia de la Fisiología es la regulación, se eligió la “Homeostasis del medio interno” como tema que cumplimenta ampliamente los

requisitos para constituir un t3pico generativo, y se orient3 el estudio a la regulaci3n de los vol3menes de los compartimentos l3quidos.

Este t3pico generativo permite introducir conceptos de los Sistemas Nervioso y End3crino, as3 como aspectos del funcionamiento de los Sistemas Cardiovascular y Renal implicados directamente en los mecanismos intervinientes en el mantenimiento de la homeostasis de los compartimentos l3quidos. Por otra parte, dentro del t3pico propuesto se decidi3 realizar un experimento conducido: Trabajo Pr3ctico No Estructurado (TPNE). El TPNE constituye una experiencia de laboratorio desarrollada por nosotros desde 1986, que le da al estudiante la oportunidad de dise1ar un experimento a partir del planteo de una hip3tesis de trabajo.

M3todos

Participantes

De los 65 alumnos que cursaron la asignatura Fisiolog3a Humana en el 13 cuatrimestre de 2001, se seleccion3 un grupo de 23 (S), los que en su mayor3a (22) cursaron Morfolog3a dentro de la metodolog3a de los t3picos generativos. El resto de los alumnos constituy3 el grupo control (C) que realiz3 las actividades que habitualmente se vienen aplicando en el dictado de la materia.

Actividades

Las actividades propuestas se dividieron en obligatorias y no obligatorias. Dentro de las primeras se cont3 con trabajos pr3cticos estructurados (TPE), trabajos pr3cticos no estructurados (TPNE) y las distintas evaluaciones. Dentro de las segundas estuvieron las clases te3ricas sobre los diferentes temas.

Iniciamos las actividades con una clase te3rica, no obligatoria, destinada a todos los alumnos (C y S), sobre los conceptos de compartimentos, homeostasis y su regulaci3n, vinculados al t3pico generativo. 3sta fue complementada con el desarrollo de un TPE referido a "Osmosis y transporte a trav3s de membrana del gl3bulo rojo", donde se discutieron problemas vinculados a situaciones variadas de intercambio de agua entre los compartimentos extra e intracelular, utilizando el cl3sico diagrama de Darrow-Yannet. Estas actividades, de car3cter obligatorio, tambi3n fueron desarrolladas por la totalidad de los alumnos.

Habiendo concluido los pasos antes mencionados, realizamos un pretest a los alumnos seleccionados para el t3pico generativo. El mismo se bas3 en diferentes conocimientos previos:

1- Conceptos aprendidos en otras asignaturas (osmolaridad, osmoles efectivos, presi3n osm3tica, presi3n coloidosm3tica, presi3n hidrost3tica).

2- Conocimientos cotidianos de la función renal vinculados a la regulación de la homeostasis de los compartimentos líquidos.

3- Conceptos sobre los intercambios de agua a través de membranas, desarrollados en parte en asignaturas previas y que fueran aplicados, la semana anterior en el TPE, a distintas situaciones en las que se perturba el medio extracelular.

A continuación se inició el TPNE. Según el cronograma de la asignatura, concomitantemente se estaban desarrollando aspectos teóricos sobre sistema nervioso y endócrino, pilares del tópico generativo, pero no los sistemas cardiovascular y renal; por lo tanto, fue necesario introducir a los alumnos seleccionados en los aspectos teóricos más relevantes vinculados a la regulación de la homeostasis de los compartimentos líquidos, particularmente en lo que se refiere a la excreción renal de agua y sales donde los sistemas mencionados juegan un papel preponderante.

La regulación del LEC ocurre a través del control integrado de la excreción de sodio. Esto implica la participación de mecanismos involucrados en las respuestas cardiovasculares y renales a las alteraciones del volumen LEC. Si bien se conoce que los factores físicos tienen un papel importante en la respuesta renal a la expansión del LEC con solución salina, este mecanismo, en general, es tratado superficialmente en los libros de texto de fisiología o directamente no se desarrolla. A partir de información experimental conocida se diseñó una experiencia de laboratorio con los siguientes propósitos:

- Reforzar los principios integradores de la fisiología renal y cardiovascular, y desarrollar habilidad en el pensamiento crítico.
- Introducir a los alumnos en el diseño de un experimento basado en una hipótesis de trabajo.

La hipótesis propuesta fue analizar el papel que desempeñan, en la excreción renal de sales y agua, los factores físicos de los capilares renales peritubulares durante la expansión del volumen extracelular con solución salina.

A partir de la hipótesis planteada se recibieron propuestas de los alumnos sobre las distintas formas de comprobar o demostrar la hipótesis. Una vez discutido esto, junto al docente, se procedió al diseño del experimento. A continuación los alumnos recibieron artículos publicados sobre técnicas de experimentos similares para su análisis y aplicación.

Durante 8 semanas se desarrolló la tarea experimental, con una dedicación semanal de 3 hs 30 min. En este período los alumnos procedieron a la recolección de datos, cálculos, análisis, procesamiento estadístico, discusión e interpretación de resultados y conclusiones, con la asistencia de los docentes. Poste-

riormente se realizaron bosquejos del armado del poster, así como una práctica de la presentación antes de realizarla.

Todo lo expuesto se complementó con la expresión de las interrelaciones vinculadas a los datos obtenidos en el experimento realizado bajo la forma de mapa conceptual por grupos de 3-4 alumnos, donde debían, además, destacar los mecanismos involucrados en la regulación de la homeostasis de los volúmenes de los compartimentos líquidos.

Los grupos fueron evaluados en esta actividad teniendo en cuenta:

- el desempeño durante el desarrollo del trabajo experimental,
- los informes presentados,
- la organización y la calidad de la presentación,
- el conocimiento y comprensión del experimento y los temas relacionados,

cuyos aspectos fundamentales debieron volcar en el mapa conceptual.

También se evaluó el desempeño individual:

- participación en las actividades
- capacidad de desempeño dentro del grupo
- interés demostrado en el trabajo.

A lo largo del cursado de la asignatura se desarrollaron otros TPE que complementaron la comprensión del tópico generativo, tales como: Presión Arterial, Fisiología Renal y Determinación de la Volemia. En este último, algunos alumnos del grupo (S) participaron activamente en el análisis de los factores involucrados en la regulación de la misma. Asimismo, se completó el desarrollo de los temas Sistema Cardiovascular y Fisiología Renal, con clases teóricas habilitadas para todos los alumnos.

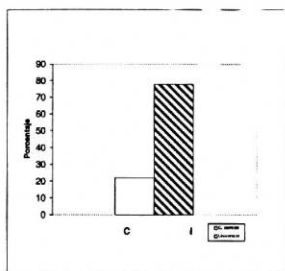
Al finalizar el cursado se realizó una encuesta a los alumnos seleccionados para evaluar los resultados de la aplicación de la metodología.

Por otra parte, se aprovecharon las dos evaluaciones realizadas sobre conocimientos teóricos, y la capacidad de relacionar e integrar los mismos, a fin de dar cumplimiento a la instancia de promoción de los alumnos, y evaluar su avance sobre los aspectos vinculados al tópico generativo.

Resultados

En el gráfico 1 se pueden observar los resultados del pretest aplicado al grupo (S). El pretest consistió en preguntas generales sobre la homeostasis de los compartimentos líquidos, referidas a conceptos aprendidos en asignaturas previas y vinculadas a conocimientos cotidianos aplicados a situaciones fisiológicas.

Gráfico 1: Pretest del grupo seleccionado



En el gráfico 2 -A se presentan los resultados del primer posttest en los grupos S y C que consistió en preguntas vinculadas a la compartimentalización y homeostasis. Los resultados del 2º posttest se observan en el gráfico 2-B y están vinculados al análisis de una situación problema referida a una perturbación de los compartimentos, en la que los alumnos debieron integrar gran parte de los conocimientos aprendidos durante el desarrollo de la asignatura.

Se analizó el aprovechamiento de la aplicación de la metodología por el grupo S (tabla 1), comparando las respuestas de situaciones similares planteadas durante el pretest y el pos test, así como la superación de los errores conceptuales (tabla 2).

Gráfico 2: Primer (A) y Segundo (B) posttest aplicados a los grupos control y seleccionado

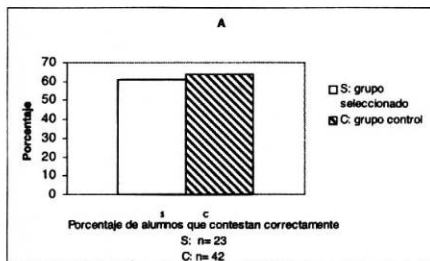


Tabla 1: Rendimiento del Pretest y 2º Postest en los alumnos del grupo S en la respuesta a una situación problema referida a una perturbación del LEC.

	Pretest n = 23	Postest n = 23
% alumnos que respondieron correctamente	22%	48%
% alumnos que respondieron en forma incorrecta	78%	52%

Tabla 2: Mejoramiento y falla en la solución de errores conceptuales. Datos obtenidos a partir del análisis de la situación problema mencionada.

Mejoramiento: pretest incorrecto y postest correcto.

Falla: pretest incorrecto y postest incorrecto; pretest correcto y postest incorrecto.

	Nº alumnos	%
Mejoramiento	8	40
Fallas	12	60

Los resultados del TPNE, evaluados como se indicó arriba, se compararon con las notas obtenidas por los alumnos del grupo control que desarrollaron una experiencia similar sobre otros temas. Se utilizó una escala de valoración numérica del 1-10. Grupo (S) 8.5 ± 3 versus Grupo (C) 8.6 ± 5 .

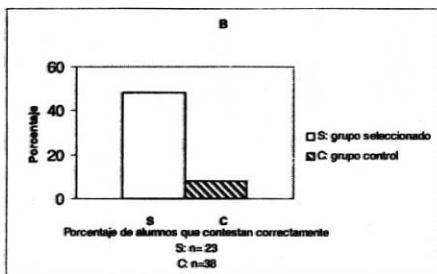
Los alumnos del grupo (S), dentro de la actividad del TPNE, realizaron los mapas conceptuales distribuidos en 6 grupos. En su evaluación se tuvo en cuenta la jerarquización, interrelación y el grado de profundización del contenido; sobre un total de 10 puntos, arrojó el siguiente resultado: un grupo obtuvo 9 puntos, 3 grupos obtuvieron 8.5 puntos, y los restantes 8 y 6 puntos respectivamente.

Los resultados de la encuesta efectuada al grupo S se pueden observar en la tabla 3 y gráfica 3.

Encuesta sobre la metodología aplicada	Sí%	No%	Par.%
¿Logró integrar los temas vinculados al tópico generativo (T.G)?	40	0	60
¿Considera que el TPNE constituyó un medio adecuado para lograr la comprensión de los aspectos teóricos vinculados al T.G.?	40	0	60
La metodología de los tópicos generativos y el uso de mapas conceptuales utilizados previamente ¿le facilitaron el aprendizaje y desarrollo del T.G. y TPNE?	21	31	48
El T.G. selec. y el desarrollo del TPNE ¿le resultaron interesantes?	70	0	30
El TPNE ¿le permitió adquirir nuevas habilidades?	95	0	5
¿Se incentivó el desarrollo de la actividad creativa, la actitud crítica y el sentido de responsabilidad (individual y grupal)?	80	0	20
¿Recibió apoyo de los docentes cuando requirió ayuda tanto para resolver situaciones prácticas como aclaraciones de conceptos teóricos?	90	0	10

¿Qué fallas, a su criterio, se cometieron durante el desarrollo de la metodología y qué sugerencias plantearía?

Gráfico 3: Respuestas a las preguntas de la encuesta realizada al grupo seleccionado



Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en el primer postest aplicado a ambos grupos no muestran diferencias en el rendimiento (gráfico 2A). En el segundo postest (gráfico 2B) el resultado de la respuesta a una situación problema de perturbación de la homeostasis de los compartimentos líquidos (problemática que siempre se

evalúa en parciales y exámenes finales, y que implica integración de varios temas) muestra que un 48% de los alumnos del grupo S contestó correctamente (total o parcialmente), mientras que del grupo C sólo un 8% de los alumnos respondió parcialmente, lo que permite inferir que existe un mejor rendimiento del grupo S. Esto indicaría, en principio, que los alumnos que desarrollaron el tópico generativo se vieron favorecidos en la comprensión e interpretación de esta temática.

Los resultados del TPNE no muestran diferencias entre ambos grupos. Esta actividad, por lo general, es muy bien recibida por parte de los alumnos y la experiencia de años anteriores demuestra que constituye un ámbito de reflexión y de acción, donde se integra teoría y práctica, conocimiento y trabajo, y donde los alumnos se transforman en sujetos de sus propios procesos de aprendizaje con la apoyatura técnica y metodológica de los docentes.

No obstante, es importante destacar que los alumnos del grupo (S) consideraron que las exigencias de esta actividad fueron mayores que las del grupo (C), ya que necesitaron adquirir con anticipación conocimiento sobre un mayor número de temas para la interpretación e integración de los resultados vinculados al trabajo experimental y, además, para la elaboración del mapa conceptual.

Si examinamos el rendimiento del pretest y segundo postest para una situación similar a la desarrollada durante el TPNE, puede observarse en el grupo S una mejora del 22 al 48% (tabla 1).

Del análisis del mejoramiento y falla en la solución de errores conceptuales (tabla 2), podemos comprobar que un 40% de los alumnos mejoró y un 60% mantuvo los errores.

Del grupo seleccionado promocionó la asignatura un 69.6% de los alumnos en las instancias previstas por el plan de estudios; mientras que en el grupo control sólo promocionó un 35.7%.

En las encuestas a los alumnos del grupo S se observó que a un 70% de los alumnos le resultó interesante tanto el TG elegido como TPNE, mientras que un 30% lo consideró sólo parcialmente interesante.

Por otra parte, el 95% de los alumnos consideró que ha mejorado sus destrezas manipulativas. Desde nuestro punto de vista, fue posible observar un buen rendimiento en la adquisición de destrezas.

En lo que respecta al logro de la integración de todos los conocimientos vinculados al tópico generativo, y al papel que tuvo el TPNE en este aspecto, un 40% de los alumnos lo considera positivo y el resto parcialmente.

Respecto de los inconvenientes y sugerencias planteadas, en general consideraron que la experiencia era muy buena, pero que requirió horas extra de trabajo

tanto para el tratamiento estadístico de datos como para la discusión de resultados, la integración de conocimientos y la elaboración del mapa conceptual, ya que no existían experiencias previas. Destacaron además la posibilidad que presenta el contenido de Fisiología para relacionar e integrar temas, a diferencia de otras asignaturas.

Asimismo, afirmaron que el TPNE constituyó una buena experiencia ya que permitió trabajar dentro de normas, pero libremente, y sirvió para desarrollarse como grupos y prepararse para futuros proyectos, con una visión más general de los diferentes campos de acción de la bioquímica.

De los resultados obtenidos surgen algunos interrogantes:

1- ¿Fue similar la **calidad o el nivel alcanzado** por los estudiantes en ambos grupos?

2- **¿Mejoraron el aprendizaje y la integración de temas**, a partir de la estrategia aplicada, con un mejor resultado en el grupo seleccionado?

Estas preguntas pueden orientar una reflexión evaluativa de la experiencia, a la luz del marco teórico de la "Enseñanza para la comprensión".

Por un lado, preguntarnos por el valor y el impacto pedagógico que pudo haber tenido la participación de los estudiantes (grupo seleccionado) en el cursado de Morfología Normal en el cuatrimestre anterior, cuyo enfoque de la enseñanza para la comprensión posibilitó una organización de los contenidos según tópicos generativos y el uso de mapas conceptuales durante el aprendizaje y la evaluación de esa asignatura.

Por ello, los alumnos que han participado en experiencias donde se vivenciaron estrategias vinculadas al desarrollo de procesos comprensivos pueden aprovechar mejor el aprendizaje con vistas a la comprensión de un tópico. Esto significa que la comprensión es un proceso gradual, lo cual implica que el logro de un desempeño comprensivo exige atención, práctica, continuidad y compromiso, que se puede lograr más profundamente a lo largo de un proceso formativo continuado, tal cual está planteado en este proyecto de investigación.

Como señala Perkins (1999) "El aprendizaje para la comprensión se produce principalmente por medio de un compromiso reflexivo con desempeños de comprensión a los que es posible abordar pero que se presentan como un desafío". El involucrarse en el aprendizaje y querer responder a ese desafío es fundamental para aprender comprensivamente.

Además, el hecho de haber recorrido anteriormente experiencias similares en otras asignaturas permite a los alumnos recuperar conocimientos y comprensiones anteriores. Tal como sostiene Perkins (1999) "Los nuevos desempeños de

comprensión se construyen a partir de comprensiones previas y de la nueva información ofrecida por el entorno institucional.”

Lograr la comprensión de un tema central o tópico generativo no es sinónimo de adquirir algo sino de aprender a actuar de manera flexible.

Enseñar para la comprensión involucra a los alumnos en desempeños de comprensión, es decir, que puedan usar lo que saben cuando conocen y actúan en diferentes contextos. De allí que el planteo de una diversidad de actividades donde pongan en juego la comprensión es imprescindible para apropiarse de los tópicos trabajados. La propuesta del docente deberá ser diversificada, con una variedad de actividades que puedan evidenciar los procesos comprensivos de los estudiantes, como se intentó realizar en esta experiencia. Comprender un tópico determinado implica la capacidad de desempeño flexible en relación con ese tópico, explicando, justificando, extrapolando, vinculando y aplicando lo que sabe más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. “Comprender es cuestión de ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. La capacidad de desempeño flexible es la comprensión.”

Los alumnos comprenden cuando no sólo saben algo sino que pueden hacer y pensar a partir de lo que saben. Es decir, para apreciar la comprensión de una persona en un momento determinado hay que pedirle que haga algo que ponga su comprensión en juego, explicando, resolviendo un problema, construyendo un argumento, diseñando un experimento, armando un producto... Además, con lo que hagan, no sólo se demuestra su nivel de comprensión actual sino que seguramente los hace avanzar ya que, al intentar responder a un desafío, la comprensión aumenta.

Los desempeños comprensivos son actividades que van más allá de la memorización y la rutina, siempre obligan a ir más allá de la información suministrada, tal como señala Bruner.

En relación con si mejoraron el aprendizaje y la integración de temas, a partir de la estrategia aplicada, creemos que se logró en gran medida a partir de los resultados evidenciados por el grupo seleccionado. Un aspecto a considerar es el elevado número de alumnos que promocionó la materia.

Otro aspecto interesante a destacar en relación con la mejora de la calidad de los aprendizajes de los alumnos es la posibilidad de articular e integrar temáticas a partir de los tópicos abordados. En la opinión de los alumnos y de los docentes involucrados en la experiencia, hubo avances en la comprensión al poder integrar diversos aspectos de la asignatura a partir del tópico generativo.

Si bien los alumnos manifiestan que este tipo de estrategia didáctica exige más esfuerzos en cuanto al tiempo de dedicación, los resultados en el aprendizaje

son más alentadores y productivos. Los avances en la comprensión pueden observarse en que los alumnos no aprenden en forma aislada o descontextualizada, sino que intentan y logran en gran medida relacionar los tópicos con otros aspectos de la asignatura y de otras asignaturas de la carrera.

Además, no sólo adquieren conocimientos sino también destrezas, es decir, pueden hacer algo con esos conocimientos. No sólo incorporan contenidos conceptuales sino también procedimentales.

En síntesis, creemos que es una propuesta didáctica que implica un gran desafío para los docentes y para los alumnos.

Para los docentes exige mayor planificación, selección de los tópicos más significativos de la disciplina y una preparación cuidadosa de las actividades o desempeños comprensivos para ofrecer a los alumnos, que puedan ser interesantes y atractivos.

Para los alumnos también implica una propuesta diferente de la tradicional, más atractiva en algunos aspectos pero más exigente en otros.

El marco teórico de una enseñanza para la comprensión representa lo que es la "buena enseñanza", en términos de favorecer mejores aprendizajes en los alumnos. En esta línea se direccionan los esfuerzos educativos realizados.

Bibliografía

- Mahieu S.; Orihuela D.; Millen N.; Gonzalez M. y Contini M.C. (1999): "Trece años de talleres con desarrollo de trabajos prácticos no estructurados" en *FABICIB*, Nro. 3, pp. 123-130.
- Cowley, A. W. Jr and Skelton, M. M.: (1991): *Dominance of colloid osmotic pressure in renal excretion after isotonic volumen expansion*, Am J. Physiol Heart Circ Physiol 261: H1214-H1225.
- Fenoy, F. J. and Roman, R. J. (1991): *Effect of volume expansión on papillary blood flow and sodium excretion*. Am J. Physiol Renal Fluid Electrolyte Physiol 260:F813-F822.
- Granger, J. P. (1998): *Regulation of extracellular fluid volume by integrated control of sodium excretion*. Am J. Physiol Adv Physiol Educ. 275: S157-S168.
- Khraibi, A. (2000): *Renal interstitial hydrostatic pressure and pressure natriuresis in pregnant rats*. Am J. Physiol Renal Physiol. 279: F353-F357.
- Stone Wiske, M. (comp.) (1999): *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires, Paidós.
- Blythe, T. y colaboradores (1999): *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires, Paidós.