

MEMORIA

Nuevas metodologías docentes ante el EEES: Aprendizaje Basado en Problemas, una alternativa en la Educación Médica

Alicia Rodríguez Barbero
Departamento de Fisiología y Farmacología
Facultad de Medicina
Universidad de Salamanca

Objetivo

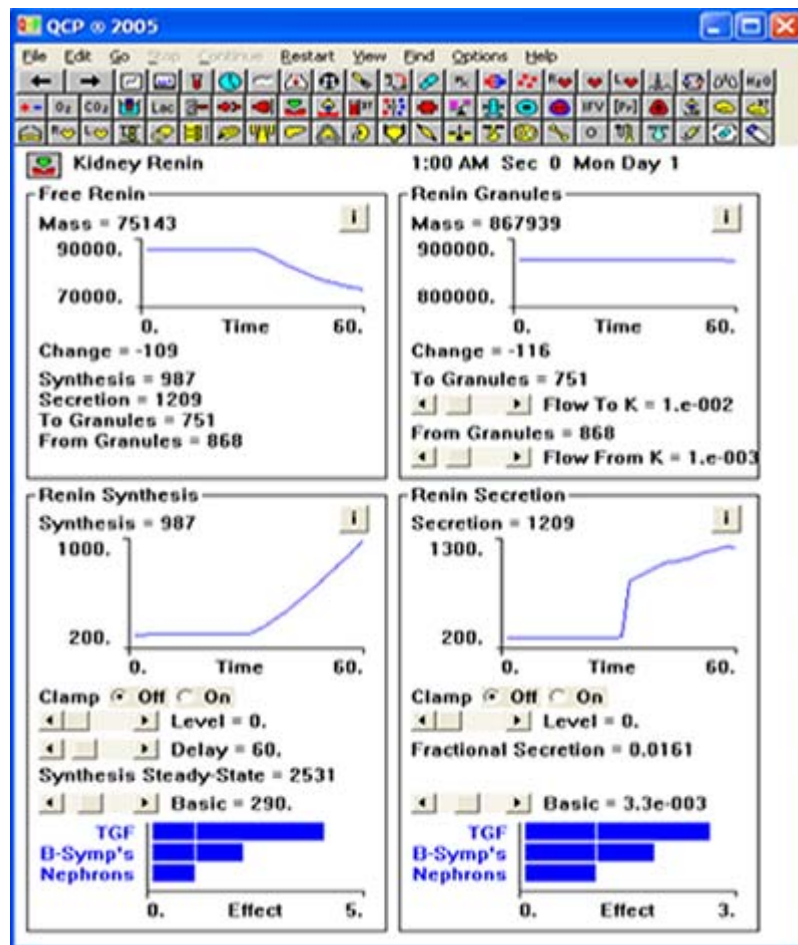
El objetivo de este proyecto fue implementar el Aprendizaje Basado en Problemas la asignatura Fisiología Especial del segundo curso de la Licenciatura de Medicina en Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca con el ánimo de lograr que los alumnos practiquen el aprendizaje autónomo, esto implica que el alumno tenga la habilidad de aprender por cuenta propia; que el alumno administre su propio proceso de aprendizaje, que identifique lo que quiere aprender, organice las actividades necesarias, evalúe este proceso y lleve a cabo modificaciones al mismo.

Metodología

En el presente proyecto hemos utilizamos un modelo de simulación por ordenador, el QCP (Quantitative Circulatory Physiology), este es un modelo matemático de fisiología humana integrada desarrollado por Thomas Coleman en la Escuela de Medicina de la Universidad de Mississippi, y disponible en internet de forma gratuita (<http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop>). Este modelo permite modificar, de forma integrada 4,000 variables fisiológicas, proporcionando así un ambiente de enseñanza-aprendizaje que mimetiza los problemas clínicos que se encuentran en la práctica de la medicina.

Este modelo permite modificar, de forma integrada 4,000 variables fisiológicas, proporcionando así un ambiente de enseñanza-aprendizaje que mimetiza los problemas clínicos que se encuentran en la práctica de la medicina. La estructura de este modelo se basa en las respuestas fisiológicas publicadas en la literatura y sirve como un compendio dinámico de conocimiento fisiológico. Este programa utiliza soporte Windows y permite obtener respuestas biológicas a lo largo del tiempo y modificar unos 750 parámetros fisiológicos. Este es un modelo muy interesante para comprender los mecanismos de las funciones fisiológicas y las interacciones entre distintas variables que no son intuitivamente evidentes. Este modelo

puede ayudar a presentar la fisiología humana desde un punto de vista integrado, algo que es difícil conseguir con las clases teóricas y prácticas habituales.



Una vez formados los grupos de alumnos, se discute el problema generando una hipótesis, basado en su conocimiento previo. Los estudiantes deben identificar los hechos relevantes y los puntos específicos relacionados con el problema que deben estudiar para resolverlo. La sesión no puede terminar sino hasta cuando cada uno de los miembros del grupo ha expresado sus hipótesis iniciales, y asumido la responsabilidad de investigar un tópico específico que haya sido identificado. Después de la sesión los estudiantes empiezan su proceso de auto-aprendizaje, deben iniciar su búsqueda bibliográfica, consultando libros, revistas, bases de datos y opiniones de expertos. Una semana después, los alumnos se agrupan nuevamente y cada uno presenta lo aprendido, se valoran las fuentes y se cualifica lo útil y lo no adecuado. Aquí más que presentar información, cada estudiante debe revalorar el caso con

los elementos aportados por el grupo, generar nuevas hipótesis e identificar nuevos tópicos de interés creando nuevas preguntas, que en la siguiente reunión, luego de una nueva búsqueda, se deben resolver. Así se funciona hasta que se pueda resolver el problema produciendo definiciones, diagramas y conceptos generales.

El escenario general se presenta de la siguiente manera:

- 1.- Los estudiantes se dividen en grupos de 30 alumnos y se les asigna un tutor.
- 2.- Se acomoda a los alumnos en un aula de informática con 15 ordenadores (un ordenador por cada 2 estudiantes), y se les presenta la nueva aproximación metodológica del ABP. A lo largo del curso académico se les presentan siete problemas relacionados con los contenidos de la asignatura. Se incluyen dos problemas en los anexos I y II tal y como se les presentan a los alumnos.
- 3.- En la primera sesión se explica detalladamente los objetivos del ABP y se presenta el primer problema y se analiza la forma de enfrentarse a él.
- 4.- Los estudiantes reciben una guía detallada que les permite manejar el ordenador y el programa QCP (Anexos I y II). Con cada uno de los problemas presentados se les proporciona un guión con las pautas a seguir para obtener los resultados de la simulación (Anexos I y II).
- 5.- El tutor define el objetivo de la práctica, centrándose en los conocimientos teóricos que los alumnos deben conocer para poder resolver el problema, así como la relevancia fisiológica y fisiopatológica de la simulación propuesta.
- 6.- Con cada uno de los casos clínicos se les proporciona unas tablas en las que los alumnos anotan los datos procedentes del simulador y que les permite organizar los resultados (Anexos I y II).
- 7.- Tras la presentación del caso clínico, los estudiantes realizan la simulación con asistencia tutorial durante una hora. Durante este tiempo rellenan las tablas con los datos numéricos obtenidos del programa QCP para los diferentes parámetros asignados y los distintos tiempos de observación. Además, los alumnos deben anotar las unidades fisiológicas de cada uno de

los parámetros. Los anexos I y II son ejemplos de las tablas que se les proporciona a los estudiantes.

8.- Los estudiantes terminan el trabajo en casa, en grupos de 3 o 4 durante al menos 3 o 4 horas. Eligen los parámetros que consideran más relevantes y los preparan en gráficas, con la ayuda de libros de texto, información en internet o sus propios conocimientos, explican los cambios de los parámetros fisiológicos estudiados así como la relación entre ellos. Se le da un énfasis especial a la fisiología integradora, por ejemplo el hecho de que la modificación de un parámetro en un órgano implique una respuesta adaptativa homeostática en muchos otros sistemas.

9.- Tutorías. Los estudiantes se reúnen con el tutor en pequeños grupos y discuten con el profesor los resultados obtenidos, su relevancia, o las dificultades con las que se encuentran a la hora de explicar los resultados obtenidos. Con toda esta información, cada estudiante prepara una memoria en la que incluye los resultados obtenidos, la explicación fisiológica de estos resultados y la relevancia fisiopatológica de los mismos.

10.- Esta memoria es evaluada por el tutor. Además, se valora la participación de los alumnos en las tutorías y el aprendizaje obtenido incluyendo algunas preguntas de fisiología integral en los exámenes ordinarios.

Evaluación

La evaluación de los programas que incluyen ABP en su currículo se ha hecho valorando aspectos de los estudiantes y docentes. Los aspectos más estudiados han sido la satisfacción de los estudiantes y los resultados en las pruebas de estado o pruebas para obtener licencia, comparándolos con los resultados de estudiantes de escuelas tradicionales.

Como parte del proceso de evaluación, al finalizar el curso pide a los alumnos que contesten un cuestionario anónimo (Anexo III) donde se les pregunta por diversos aspectos de la experiencia, tanto a nivel técnico, dada la incorporación de una herramienta tecnológicamente nueva (QCP), como a nivel enseñanza-aprendizaje, dada la incorporación

del ABP. En el anexo IV se adjunta el trabajo publicado en *Advances in Physiology Education* donde queda reflejada la opinión de los alumnos respecto a este sistema de aprendizaje. El 64% se siente satisfecho del trabajo realizado y el 61% piensa que esta experiencia le ha servido para tener una visión integrada de la fisiología. No obstante, los alumnos refieren que el manejo de un gran número de datos les resulta complicado y se quejan de que el proceso les lleva mucho tiempo.

FISIOLOGÍA ESPECIAL

FISIOLOGÍA CARDIOVASCULAR

Práctica 1: Efecto de una hemorragia sobre la regulación integrada de la función cardiovascular.

Objetivo: Estudiar, mediante un modelo de simulación por ordenador, los efectos de una hemorragia sobre la función cardiovascular, el sistema nervioso autónomo, la sangre y el sistema renina-angiotensina aldosterona, y analizar de forma integrada los cambios ocurridos en los diferentes aparatos y sistemas.

Caso Clínico: Varón de 60 años, normotenso, fumador habitual, bebedor de 60-70mL de alcohol por día, ingresa en el servicio de urgencias por dolor gástrico severo, malestar general con pérdida de la conciencia y sudoración. En la exploración física se detecta taquicardia, baja perfusión periférica con piel fría y disminución de la presión venosa central. En la analítica se observan niveles elevados de renina, aldosterona y ADH. Se diagnostica hemorragia digestiva grave, y se inicia administración controlada de líquidos (salino isotónico) por vía intravenosa. A las 24h los parámetros hemodinámicos se han recuperado parcialmente pero la analítica demuestra una disminución del valor del hematocrito. A las 48 horas la evaluación cardiovascular demuestra valores bastante normalizados, pero el valor del hematocrito sigue siendo muy bajo.

Acceso y programa del simulador:

1. Encender el ordenador. Todas las operaciones se hacen con el ratón (botón izquierdo).
2. Cuando salga la pantalla de Windows, picar con el ratón en **Inicio**, luego en **Asignaturas**, luego en **Fisiología Especial**, y luego en **BLOODVOL.SPC**. Aparecerá la pantalla del programa
3. En la barra de menú superior del programa picar en **VIEW** y en **HEMORRHAGE**
4. Picar en la tecla SWICHT. Picar en ON y OK
5. Picar en tecla FINAL VOLUME y escoger 1000 ml (hemorragia grave) y picar OK
6. Picar en tecla TIMESPAN y escoger 10 min y picar OK
7. Picar en SOLVE y 1 hora. El ordenador informa que la hemorragia es completa y si continúa, picar SI.
8. Picar en VIEW y HEMODYNAMICS. Tomar los datos para 1 hora en tabla 1. Los valores basales aparecen siempre entre corchetes.
9. Picar en VIEW y en ORGAN BLOOD FLOW. Tomar los datos en tabla 2
10. Picar en VIEW y en NERVOUS SYMPATHETIC. Tomar los datos en tabla 3
11. Picar en WIEW y en RENIN ANGIOTENSIN. Tomar los datos en tabla 4
12. Picar en VIEW y en BLOOD VOLUMES. Tomar los datos en la tabla 5.
13. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 7 horas
14. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 13 horas.
15. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 19 horas.
16. Picar en SOLVE y 24 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 43 horas.

Este es el caso de una hemorragia grave. Para observar y comparar lo que ocurre en una hemorragia moderada:

17. Picar en SOLVE, escoger RESTART y repetir los pasos 3 y 4.
18. Picar en la tecla FINAL VOLUME y escoger 500 mL (hemorragia moderada). Repetir los pasos 6-16. Anotando los datos.

Datos procedentes del simulador:

Tabla 1. Cambios en parámetros hemodinámicas básicos

	Unidades	Basal	1h	7h	13h	19h	43h
Presión arterial							
Presión venosa							
Presión aurícula izquierda							
Gasto cardiaco							
Volumen de eyección							
Frecuencia cardiaca							
Conductancia arterial							
Resistencia arterial							

Tabla 2. Cambios en flujo sanguíneo por los órganos

	Unidades	Basal	1h	7h	13h	19h	43h
Hueso							
Cerebro							
Grasa							
Tracto Gastro-Intestinal							
Riñón							
Corazón izq.							
Hígado							
Músculos Respiratorios							
Corazón derecho							
Músculo Esquelético							
Piel							
Arteria hepática							
Vena porta							

Tabla 3. Cambios en el sistema nervioso simpático

	Unidades	Basal	1h	7h	13h	19h	43h
Baroreceptores							
Quimiorreceptores							
Receptores de baja presión							
Mecanorecept. cardiacos							
Actividad postganglionar							

Tabla 4. Cambios en el sistema renina-angiotensina

	Unidades	Basal	1h	7h	13h	19h	43h
Angiotensina II							
Act. Renina plasmática							
RENINA							
síntesis							
secreción							
degradación							

Tabla 5. Cambios en los volúmenes sanguíneos

	Unidades	Basal	1h	7h	13h	19h	43h
Volumen de sangre							
Volumen de glóbulos rojos							
Volumen de plasma							

Memoria:

¿Por qué el paciente presenta taquicardia?

¿Cuál es la causa de la baja presión periférica?

¿Qué órganos son los que más sufren y por qué?

¿Qué adaptaciones sufre el sistema nervioso autónomo? ¿Cuáles son sus consecuencias?

¿Cómo cambian los volúmenes los volúmenes líquidos del organismo? ¿Por qué cambian de forma diferente el volumen sanguíneo y el volumen plasmático?

Analizar las diferencias encontradas entre la hemorragia grave y la hemorragia moderada.

FISIOLOGÍA ESPECIAL FISIOLOGÍA CARDIOVASCULAR

Problema 2: Efecto de una infusión intravenosa sobre la regulación integrada de la función cardiovascular.

Objetivo: Estudiar, utilizando los resultados de un modelo de simulación por ordenador, los efectos de una infusión intravenosa de 1000 mL de suero glucosado sobre la función cardiovascular, el sistema nervioso autónomo, la sangre y el sistema renina-angiotensina-aldosterona, y analizar de forma integrada los cambios ocurridos en los diferentes aparatos y sistemas.

Caso Clínico: Varón de 22 años sin antecedentes de importancia. Es remitido al hospital por una UVI móvil al haber sufrido un accidente circulando en motocicleta en Salamanca con el casco en el codo, sufriendo hemorragia nasal y en el cuero cabelludo. Ingresa en el servicio de Urgencias con pérdida de la conciencia y sudoración fría. Se le diagnostica hemorragia leve, y se inicia administración controlada de líquidos (1 litro de suero glucosado) por vía intravenosa.

PROCEDIMIENTO

1. Encender el ordenador. Todas las operaciones se hacen con el ratón (botón izquierdo).
2. Cuando salga la pantalla de Windows, picar con el ratón en **Inicio**, luego en Programas, luego en FISIOLOGIA ESPECIAL
3. Escoger el icono **BIGMODEL** y darle dos veces al ratón. Aparecerá la pantalla del programa. En la barra de menú superior del programa picar en la tecla que pone un **gotero** escoger **WATER**
4. Picar en la tecla **SWICHT**. Picar en ON y OK
5. Picar en tecla FINAL VOLUME y escoger 1000ml y picar OK
6. Picar en tecla **TIMESPAN** y escoger 30 min y picar OK
7. Picar en **SOLVE** y en 30 min. El ordenador informa que la INFUSIÓN es completa y pregunta si continúa, picar SI
8. Picar en circulatorio y **PRESSURE SUMMARY**. Tomar los datos para 30 min en tabla 1. Los valores basales aparecen siempre entre corchetes.
9. Picar en circulatorio y en **BLOOD VOLUME**. Tomar los datos en tabla 2
10. Picar en conexión sináptica y en NERVOUS SYMPATHETIC. Tomar los datos en tabla 3
11. Picar en A2 y en **ANGIOTENSIN**. Tomar los datos en tabla 4
12. Picar en H2O y en **VOLUMES SUMMARY**. Tomar los datos en la tabla 5.
13. Picar en SOLVE y 30 minutos y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 1 hora
14. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 7 horas
15. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 13 horas
16. Picar en SOLVE y 6 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 19 horas.
17. Picar en SOLVE y 24 HORAS y repetir los procedimientos 8-14 apuntando los datos en las tablas para el valor 43 horas.
18. Picar en **SOLVE** y **RESTART**. En la barra de menú superior del programa picar en la tecla que pone un **GOTERO** y escoger **NaCl**
24. Picar en la tecla **SWICHT**. Picar en ON y OK
25. Picar en tecla **FINAL QUANTITY** y escoger 1000 mMol y picar OK
26. Picar en tecla **TIMESPAN** y escoger **30 min** y picar OK. Repetir pasos 8-17 y anotar los datos en las tablas adecuadas.

Datos procedentes del simulador

Tabla 1. Cambios en parámetros hemodinámicas básicos

	Unidades	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Presión arterial								
Presión venosa								
Gasto cardiaco								
Volumen de eyección								
Frecuencia cardiaca								
Conductancia arterial								
Resistencia arterial								

Tabla 2. Cambios en flujo sanguíneo por los órganos

	Unidades	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Hueso								
Cerebro								
Grasa								
Tracto Gastro-Intest.								
Riñón								
Corazón izq.								
Hígado								
Otros tejidos								
Musc. Respir.								
Corazón der.								
Musc. Esquel.								
Piel								
Arteria hepática								
Vena porta								

Tabla 3. Cambios en el sistema nervioso simpático

	Unidades	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Barorreceptores								
Quimiorreceptores								
Receptores de baja presión								
Mecanorecept. cardiacos								
Actividad postganglionar								

Tabla 4. Cambios en el sistema renina-angiotensina

	Unidades	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Angiotensina II								
Act. Renina plasmática								
RENINA								
síntesis								
secreción								
degradación								

Tabla 5. Cambios en los volúmenes de los líquidos corporales

	Unidad	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Agua corporal total								
Cambio								
Extracelular								
Intracelular								
Plasma								
Intersticio								
Exceso de agua en pulmones								
Ascitis								
Hematocrito								
Volumen de glóbulos rojos								
Volumen de plasma								

Tabla 6. Cambios en la secreción y aclaramiento de ADH

	<i>Unidad</i>	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Plasma ADH								
ADH en tejido renal								

Tabla 7. Cambios en la composición de la orina

	<i>Unidad</i>	Basal	30min	1h	7h	13h	19h	43h
Tasa de excreción								
Agua								
Sodio								
Potasio								
Osmolaridad de la orina								

Memoria:

¿Cuáles son a su juicio las adaptaciones más importantes que ocurren en el sistema cardiovascular inmediatamente posteriores a la infusión?

¿Cómo cambian los volúmenes líquidos del organismo? ¿Porqué cambian de forma tan diferente el volumen sanguíneo y el volumen plasmático?

¿Qué relación hay entre los cambios en presión venosa central y gasto cardíaco?

¿Porqué cambia de forma tan diferente la perfusión en los distintos órganos?

¿Qué adaptaciones sufre el sistema nervioso autónomo? ¿Cuáles son sus consecuencias?

¿Qué ocurre con el sistema renina-angiotensina-aldosterona? ¿Cuáles son sus consecuencias?

¿Cuáles son las adaptaciones más importantes que ocurren en el sistema cardiovascular con el paso del tiempo?

¿Cree usted que la infusión de suero glucosado es el tratamiento más adecuado? ¿Por qué?

ENCUESTA SOBRE LA EXPERIENCIA DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

1. ¿Cuánto tiempo le ha llevado elaborar la memoria?
4 horas 6 horas 8 horas 10 horas 16 horas más
2. ¿La inversión de tiempo en la realización de la memoria ha representado un inconveniente para usted?
Mucho bastante poco nada
3. Ha elaborado la memoria:
Sólo con un compañero con dos compañeros
4. ¿Ha encontrado la discusión del problema en clase estimulante?
Mucho bastante poco nada
5. Cuantos libros ha utilizado para elaborar la memoria
Ninguno uno dos tres cuatro más
6. ¿Le ha resultado complicado realizar la memoria?
Mucho bastante poco nada
7. ¿Está satisfecho con el trabajo que ha realizado?
Mucho bastante poco nada
8. ¿El ABP le ha permitido comprender mejor la complejidad de los procesos fisiológicos?
Mucho bastante poco nada
9. ¿El ABP le ha permitido comprender mejor la acción concertada de varios órganos o sistemas en la respuesta homeostática?
Mucho bastante poco nada
10. ¿El ABP le ha permitido conocer mejor las unidades de los parámetros fisiológicos?
Mucho bastante poco nada
11. ¿El ABP le ha permitido tener una visión integrada del funcionamiento del cuerpo humano?
Mucho bastante poco nada
12. ¿El ABP ha contribuido a mejorar sus conocimientos fisiológicos?
Mucho bastante poco nada
13. ¿El ABP le ha motivado para futuros estudios?
Mucho bastante poco nada
14. ¿Cuál cree usted que es la utilidad del ABP?
Mucho bastante poco nada
15. ¿Cuál ha sido el nivel de dificultad para manejar el programa de ordenador?
Mucho bastante poco nada
16. ¿Cuál ha sido el nivel de dificultad de que el programa esté en inglés?
Mucho bastante poco nada
17. ¿Cuál ha sido su nivel de dificultad para manejar un gran número de datos?
Mucho bastante poco nada

18. ¿Cuál ha sido de dificultad para escoger los datos más relevantes?

Mucho bastante poco nada

19. ¿Cuál ha sido de dificultad para manejar unidades fisiológicas?

Mucho bastante poco nada

20. ¿Ha disfrutado con este sistema de aprendizaje?

Mucho bastante poco nada

21. ¿Se ha sentido protagonista del proceso de aprendizaje?

Mucho bastante poco nada

22. ¿Ha cambiado su actitud ante el estudio de la fisiología después de la realización de estas prácticas?

Mucho bastante poco nada

23. Comentarios

A. Rodríguez-Barbero and J. M. López-Novoa

Advan Physiol Educ 32:304-311, 2008. doi: 10.1152/advan.00107.2008

Advances in Physiology Education is dedicated to the improvement of teaching and learning physiology, both in specialized courses and in the broader context of general biology education. It is published four times a year in March, June, September and December by the American Physiological Society, 9650 Rockville Pike, Bethesda MD 20814-3991. Copyright © 2005 by the American Physiological Society. ISSN: 1043-4046, ESSN: 1522-1229. Visit our website at <http://www.the-aps.org/>.

