



Revista de Investigación Educativa 7

julio-diciembre 2008 | ISSN 1870-5308 | Xalapa, Veracruz
Instituto de Investigaciones en Educación | Universidad Veracruzana

Laboratorios basados en investigación: Una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje

Beatriz Ramirez Unwin

Escuela de Medicina, Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de Santiago de Chile

Como docentes, debemos preguntarnos si nuestras estrategias en el aula, talleres, laboratorios y otros, facilitan el aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, uno de los principales roles del docente es motivar a los estudiantes y desarrollar en ellos un interés permanente por aprender. El laboratorio basado en investigación es una metodología docente innovadora, que genera en los estudiantes un alto nivel de motivación para el aprendizaje y puede aplicarse a un amplio rango de situaciones y especialidades.

Palabras clave: Innovaciones educativas, aprendizaje, investigación, educación, estudiantes.

Para citar este artículo:

Ramírez, B.(2008, julio-diciembre). Laboratorios basados en investigación: Una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 7. Recuperado el [fecha de consulta], de http://www.uv.mx/cpue/num7/practica/ramirez_laboratorios_investigacion.html

Laboratorios basados en investigación: Una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje¹

Se acepta actualmente que el foco del proceso enseñanza/aprendizaje debe centrarse en la construcción individual del conocimiento, única forma de lograr un aprendizaje significativo, y que este proceso de aprendizaje es facilitado por redes sociales de apoyo formadas por pares, docentes y expertos (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Lujan & DiCarlo, 2006). La construcción del conocimiento es un proceso que puede aprenderse, que puede realizarse durante toda la vida y que se facilita cuando se dispone de situaciones adecuadas. El aprendizaje genuino va más allá del establecimiento de asociaciones simples o la memorización de la información, ya que requiere comprensión. O sea, requiere que la información nueva se relacione con lo ya conocido, proceso que puede ser lento y que requiere un esfuerzo intelectual del estudiante.

Como docentes, debemos preguntarnos si nuestras estrategias en el aula, talleres, laboratorios y otros, facilitan el aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, uno de los principales roles del docente es motivar a los estudiantes y desarrollar en ellos un interés permanente por aprender. El laboratorio basado en investigación es una metodología docente innovadora, que genera en los estudiantes un alto nivel de motivación para el aprendizaje y puede aplicarse a un amplio rango de situaciones y especialidades.

La esencia de esta metodología consiste en poner al estudiante en el rol del investigador (Matyas, 2000). El docente puede plantear el tema general o las preguntas a tratar, pero debe permitir que los estudiantes planteen las hipótesis del estudio y que definan cómo van a verificar si su hipótesis es falsa o verdadera. En el laboratorio basado en investigación, el procedimiento para verificar las hipótesis se hace en un ambiente de laboratorio, real o virtual. Los estudiantes deben trabajar en grupos pequeños y organizarse de modo que se asigne alguna tarea a cada uno de los miembros del grupo.

Las preguntas a responder pueden ser propuestas por el docente o generadas por los estudiantes a través de una lluvia de ideas u otra modalidad. Una vez que cada grupo dispone de la pregunta que debe contestar, se aboca a la elaboración de una hipótesis y luego al diseño de un protocolo que permita verificarla ex-

1. Un avance preliminar de este trabajo fue presentado en un congreso (Ramírez, 2006).

perimentalmente. El docente debe permitir que los estudiantes diseñen el protocolo de investigación y debe fomentar la discusión grupal de la validez de las conclusiones derivadas de los posibles resultados, antes de que los estudiantes ejecuten el trabajo de laboratorio, para facilitar la inclusión de controles adecuados en el protocolo. A continuación, los estudiantes deben hacer el experimento, registrar los datos y analizarlos, para transformarlos en resultados que puedan ser discutidos con sus pares (presentación oral con apoyo de *Powerpoint*, cartel u otra modalidad). En la experiencia de la autora, esta modalidad de trabajo hace que los estudiantes se apropien de los resultados obtenidos y genera discusiones muy participativas. De hecho, es conveniente poner un límite de tiempo a las presentaciones orales, de modo que todos los grupos puedan presentar sus resultados y discutir sus conclusiones en el tiempo asignado a esta actividad.

La realización de un trabajo práctico basado en investigación requiere varias sesiones, por lo que el tiempo es un factor que debe considerarse cuidadosamente al planear su implementación. La tabla 1 (ver anexo) muestra un ejemplo de la planificación de un trabajo práctico virtual en un curso de 55 estudiantes, manejado por un docente. Los estudiantes trabajaron en grupos integrados por 6-7 estudiantes.

El aprendizaje basado en la investigación es una metodología docente innovadora, centrada en el estudiante. Aunque tiene aspectos parecidos al aprendizaje basado en proyectos, su objetivo principal no es el desarrollo de un producto, sino la formulación, por los estudiantes, de preguntas y de hipótesis, y la vivencia del proceso requerido para la verificación de éstas. Cuando los estudiantes tratan de verificar hipótesis que no han sido formuladas por un docente sino por ellos mismos, su motivación por aprender aumenta de manera considerable, y enfrentan en forma positiva el desafío de buscar nueva información y de integrar los elementos nuevos al conocimiento previo.

Para que los estudiantes logren un aprendizaje verdadero, sin embargo, es necesario que los docentes aprendan a interpretar el rol de “facilitadores del aprendizaje”, los estudiantes, el de “responsables de su aprendizaje” y se disponga de un “ambiente de aprendizaje” adecuado para el desarrollo de las habilidades intelectuales del estudiante.

El nivel de participación intelectual del estudiante en una actividad diseñada para el aprendizaje se puede clasificar en seis niveles (tabla 2 del anexo) que van desde cero (ninguna participación) a cinco (participación del estudiante en todas las etapas) (Sutman, 1998). Las actividades de niveles 0 y 1, en las cuales el estudiante es un receptor pasivo de la información entregada por el docente, provocan un aprendizaje escaso, o nulo, en los estudiantes.

En el aprendizaje basado en investigación, orientado al desarrollo del razonamiento científico, se requiere que el estudiante participe en las tres etapas del proceso: antes de ejecutar el trabajo, durante su desarrollo y después del laboratorio. La primera etapa corresponde a la planificación, la segunda, a la ejecución del trabajo y la tercera, al análisis de los datos y la elaboración de conclusiones y proposiciones para una eventual continuación de la investigación o para la aplicación de los resultados obtenidos.

De acuerdo con la clasificación indicada anteriormente, el trabajo práctico efectuado siguiendo un manual con instrucciones detalladas (tipo recetas de cocina), escrito por el docente (lo que se usa todavía en muchas asignaturas para fomentar el pensamiento lógico), corresponde a una actividad de nivel 3. Aunque este nivel es adecuado para el aprendizaje de una técnica, que podría usarse posteriormente en un trabajo práctico de nivel 4-5 (Luckie, Maleszewski, Lossak & Krha, 2004), no desarrolla el pensamiento lógico ni fomenta el uso de habilidades para el pensamiento hipotético-deductivo. En el nivel 3, el estudiante ejecuta el trabajo y obtiene datos, pero su participación intelectual en el análisis de éstos habitualmente es bastante escasa. Lo relevante para el aprendizaje activo no es que el estudiante esté activo “haciendo cosas”, sino que las haga con un propósito y que se involucre en el significado de lo que está haciendo (Lujan, DiCarlo, 2006). Los estudiantes que siguen un manual con instrucciones casi nunca comprenden el objetivo de las actividades que realizan, porque no se detienen a pensar en ese aspecto. Sin embargo, se puede aumentar de manera importante la participación intelectual del estudiante en una actividad de nivel 3, si un docente lo apoya mediante la formulación de preguntas relativas al fundamento del trabajo realizado, al significado de los resultados obtenidos, a la necesidad eventual de realizar controles que permitan interpretar adecuadamente los resultados, y al proceso mismo. Este cuestionamiento exige que el estudiante razone, lo que aumenta su aprendizaje verdadero (Michael, 2001). Sin este refuerzo docente, los estudiantes aprenden muy poco al realizar una actividad de nivel 3.

El nivel de participación intelectual del estudiante se incrementa notablemente si se le permite que participe en la etapa de planificación (niveles 4 y 5), aunque siempre debe discutir con el docente la viabilidad de su propuesta. En estos últimos niveles, el estudiante asume completamente el rol de investigador, ya que además de hacer las hipótesis, diseña él mismo un protocolo de investigación adecuado para evaluar la hipótesis (o responder las preguntas) y decide la forma como va a registrar los datos y a informar los resultados. Algunos incluso llegan a ser capaces de cuestionar el proceso: aprenden a preguntarse, entre otras

interrogantes, si se midió aquello que se pensó que se estaba midiendo (si la variable escogida es un indicador adecuado para medir el resultado) y si el proceso se efectuó tal como estaba planificado. Si el diseño experimental empleado era adecuado y el procedimiento estuvo bien realizado, puede aprender a preguntarse cuál es el significado de los resultados obtenidos. Para esto, es relevante el apoyo del docente en la discusión que se produce al interior del grupo o al presentar los resultados y conclusiones a otros compañeros. Cuando se llega a este punto, los estudiantes se preguntan si hay otras variables, no consideradas en el estudio, que pudieran haber afectado los resultados, y suelen concluir que es necesario aplicar algunos controles no considerados en su protocolo para poder interpretar correctamente los datos obtenidos.

El aprendizaje basado en investigación requiere el desarrollo de actividades de nivel 4-5. Al realizar estas actividades, el estudiante adquiere información nueva (necesaria para resolver el problema planteado) y debe relacionarla con la que ya tenía. Se enfrenta al desafío de analizar procesos y desarrolla habilidades para la solución de problemas, el análisis y la interpretación de datos y la presentación de resultados. Generalmente, en este proceso mental comienzan a relacionarse entre sí algunas piezas de información que estaban aisladas, integrándose, y el estudiante va construyendo conocimiento. Como la investigación se realiza en grupos pequeños, también se desarrollan habilidades para el trabajo en equipo.

La modalidad actual de enseñanza-aprendizaje exige que el estudiante construya su propio conocimiento, incorporando cada nueva pieza de información al bagaje que le ha aportado su experiencia anterior (Piaget, 1990). En esta perspectiva, el rol del docente es el de facilitador del aprendizaje. Debe ofrecer diversos ambientes de aprendizaje, que le permitan al estudiante experimentar con un abanico de opciones para buscar nueva información. De las cuatro modalidades sensoriales empleadas para la adquisición de información --visual, auditiva, lecto-escritura y kinestésica-- algunas personas usan preferentemente sólo una (Fleming, 2001). El uso del laboratorio basado en investigación permite que los estudiantes empleen una variedad de modalidades sensoriales, facilitando así el aprendizaje de todos ellos (discusión con los pares para los que aprenden escuchando; presentaciones con apoyo de *Powerpoint* o carteles para los visuales; informe escrito para los que prefieren la lecto-escritura; trabajo en el laboratorio para los kinestésicos).

Para motivar a los estudiantes y para que su aprendizaje sea relevante, los temas planteados deben estar en el contexto de su profesión y del medio que los rodea.

Implementación de laboratorios basados en investigación

Para poder efectuar actividades de niveles 4-5 es necesario que tanto el docente como los estudiantes aprendan a asumir el rol que les corresponde. Los estudiantes, que están acostumbrados a que el docente les entregue toda la información, deben aprender a ser responsables de su propio aprendizaje. Por otra parte, el docente debe aprender a resistir la tentación de responder todas las interrogantes que plantee el estudiante y también debe evitar intervenir mucho en la búsqueda de las soluciones. El aprendizaje de ambos roles toma tiempo. Por lo tanto, si un docente quiere comenzar a hacer innovaciones en su metodología incorporando este tipo de actividades, es conveniente que la primera vez aplique sólo una actividad nueva en el período académico, partiendo por el nivel 4. La actividad debe estar orientada al aprendizaje de contenidos y al desarrollo de habilidades que sean parte de los objetivos establecidos en el programa de la asignatura. Sólo después de que haya adquirido experiencia puede aumentar lentamente la proporción de estas actividades en el programa, o subir el nivel de la actividad.

Los estudiantes requieren una base formativa previa en metodología de la investigación que los capacite para desarrollar esta actividad en forma autónoma, por lo que es improbable que estudiantes que carecen de esta base sean capaces de desarrollar en forma adecuada una actividad de nivel 4-5.

Evaluación

Este tipo de actividades permite una evaluación auténtica del aprendizaje de los estudiantes (Callison, 2000), ya que se puede medir el desarrollo de aspectos diversos, como conocimiento, valores y habilidades (para la comunicación oral y escrita, el uso del pensamiento crítico en la defensa de argumentos y posiciones frente a otros miembros del grupo, la forma como se aborda la solución de problemas o la búsqueda de información actualizada, la integración de conocimientos, el trabajo grupal, entre otros), en función de los objetivos que se haya planteado el docente.

Uno de los logros importantes de este tipo de actividades es la gran motivación para el aprendizaje. En la experiencia de la autora, adquirida en más de cuatro años de aplicación de actividades de nivel 4 y 5, ofrecidas como actividades voluntarias, siempre participó más del 85% de los estudiantes inscritos en la asignatura. Además, en las presentaciones orales, la cantidad de preguntas excedió con mucho a la habitual en otro tipo de actividades.

Conclusión

La ejecución de trabajos prácticos basados en investigación, realizada en grupos pequeños, permite que los estudiantes desarrollen habilidades útiles para su desempeño profesional y social, como la búsqueda de información, el uso del juicio crítico y la comunicación efectiva con sus pares. Además, se aumenta el tiempo dedicado al aprendizaje autónomo, se reduce el uso del formato pasivo de aprendizaje usado en clases expositivas y se mejoran las habilidades para la solución de problemas, el trabajo en equipo y la evaluación por pares.

Aunque la actividad propuesta es útil para motivar el aprendizaje y para desarrollar habilidades, no es la única actividad educativa que sirve para estos propósitos, y no es la intención de la autora proponer que los laboratorios de nivel 4-5 se adopten como único tipo de actividad docente en una asignatura, ni que deban reemplazar por completo a las otras actividades.

Lista de referencias

- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (2000). *How people learn*. Washington: National Academy Press.
- Callison, D. (2006). *Authentic assessment*. Estados Unidos: School Library Media Research. Consultado el 19 de junio, 2008. en: <http://www.ala.org/ala/aasl/aaslpubsandjournals/slmrb/editorschoiceb/infopower/selectcallison85.cfm>
- Fleming, N. D. (2001). *Teaching and learning styles*. Nueva Zelanda: Microfilm Digital Print and Copy Centre.
- Luckie, D. B., Maleszewski, J. J., Loznak, S. D. & Krha, M. (2004). Infusion of collaborative inquiry throughout a biology curriculum increases student learning: a four-year study of "Teams and Streams". *Advances in Physiology Education*, 28: 199-209.
- Lujan, H. L. & DiCarlo, S. E. (2006). Too much teaching, not enough learning: what is the solution? *Advances in Physiology Education*, 30: 17-22.
- Matyas, M. L. (2000). *Teaching and learning by inquiry*. Estados Unidos: The American Physiological Society (APS). Consultado el 19 de junio, 2008, en: http://www.the-aps.org/education/2005rts_Archive/doc/Inquiry%20Article.doc.
- Michael, J. (2001). In pursuit of meaningful learning. *Advances in Physiology Edu-*

cation, 25: 145-158.

Piaget, J. (1990). *The child's conception of the world*. Nueva York: Littlefield Adams.

Ramirez, B. (2006). *Aprendizaje activo del estudiante en el laboratorio*. Simposio: Nuevas orientaciones en la enseñanza/aprendizaje en ciencias fisiológicas. xxii Reunión anual de la Sociedad Chilena de Ciencias Fisiológicas. Antofagasta, Chile. Consultado el 18 de junio, 2008, en: <http://www.cienciasfisiologicas.cl/antofagasta/S65.pdf>

Sutman, F. X. (1998). Trabajo presentado en el Annual meeting of the American Association for the Advancement of Science. Philadelphia, PA. Citado en Matyas, 2000.

Anexo

Tabla 1. Esquema del programa de un trabajo práctico virtual realizado por ocho grupos de estudiantes, en una asignatura que dispone de 90 minutos/día, dos días/semana.

Semana	Día	Grupo	Actividad
1	1	1-8	Docente muestra la preparación disponible para el trabajo práctico* y presenta los temas o preguntas. Estudiantes seleccionan el tema/pregunta a trabajar.
2	2	1-4	Grupos presentan y discuten las hipótesis y los diseños experimentales con el docente
	3	5-8	
3	4	1-4	Ejecución del experimento
	5	5-8	
4	6	1-4	Presentación oral de resultados
	7	5-8	
5	8	1-8	Entrega de informe escrito

* En este trabajo práctico, las preparaciones fueron dos *softwares* para simulación de sinapsis neuromuscular. Durante la ejecución del trabajo práctico se entregó soporte permanente para el uso del *software*.

Es conveniente dejar una semana entre la selección de los temas y el análisis de las propuestas, para que los estudiantes dispongan de tiempo suficiente para estudiar el tema, elaborar una hipótesis de trabajo y preparar el diseño experimental. La entrega del informe escrito con posterioridad a la presentación oral permite incorporar en las conclusiones el análisis de las sugerencias recibidas durante la presentación.

Tabla 2. Clasificación del nivel de participación intelectual del estudiante.

Nivel	Antes del laboratorio		En el laboratorio	Después del laboratorio	
	Propone el problema a explorar	Planifica el procedimiento	Efectúa el procedimiento	Entrega respuestas o conclusiones.	Elabora propuestas para aplicación u otros.
0	Docente	Docente	Docente	Docente	Docente
1	Docente	Docente	Docente	Docente	Docente/Estudiante
2	Docente	Docente	Docente	Estudiante	Estudiante
3	Docente	Docente	Estudiante	Estudiante	Estudiante
4	Docente/Estudiante	Estudiante	Estudiante	Estudiante	Estudiante
5	Estudiante	Estudiante	Estudiante	Estudiante	Estudiante

El color verde indica participación efectiva del estudiante en la actividad correspondiente. En los dos primeros niveles, la participación intelectual del estudiante es prácticamente inexistente y la actividad corresponde a una demostración. El nivel 3 se obtiene en un trabajo práctico en el cual el docente entrega al estudiante una guía detallada del procedimiento (tipo receta de cocina), con indicaciones de la forma como deben presentarse los resultados. Los niveles más altos de participación se logran cuando el estudiante tiene un rol activo en la preparación de todas las etapas del proceso. Modificada de Sutman, 1998.