

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE APRENDIZAJE COOPERATIVO
PUZZLE DE ARONSON A LAS PRÁCTICAS DE MICROBIOLOGÍA**

De Miguel, T*; Tomé, S; Veiga-Crespo, P; Feijoo-Siota, L; Blasco, L; Villa, T G

Dpto. de Microbiología e Parasitología. Fac. De Farmacia. Univ. Santiago de Compostela
Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela
e-mail:mptrini@usc.es

Rebut: maig 2008. Acceptat: setembre de 2008

ABSTRACT

The Jigsaw Classroom (Aronson, 1978), is one of the methodological proposals for cooperative learning. The main advantage of this technique is the generation of an intense interaction among students, making them to listen to each other and to consider their class mates as a source for learning. Its application involves an initial difficulty due to the lack of social skills and reluctance to interdependency. Nevertheless, in a long term, it helps to create very positive attitudes. The jigsaw classroom technique was applied to a practical Microbiology course. With respect to previous years, the students got more involved and worked better as a team, thus improving the satisfaction degree and academic results.

KEY WORDS: Microbiology, cooperative learning, jigsaw classroom

RESUMEN

La Técnica Puzzle de Aronson (TPA) es una de las propuestas metodológicas existentes para llevar a acabo experiencias de aprendizaje cooperativo. La principal ventaja de esta técnica es que genera una interacción muy intensa entre el alumnado porque obliga a los estudiantes a escucharse entre sí y a ver a los compañeros como fuente de aprendizaje. Su aplicación puede suponer en un principio una dificultad añadida, debido a la falta de habilidades sociales y la reticencia inicial a la interdependencia. Sin embargo a medio y a largo plazo ayuda a crear actitudes muy positivas entre el alumnado. Se ha aplicado la TPA a las prácticas de Microbiología de 2º curso de Farmacia, comprobándose un incremento en el grado de implicación y trabajo en equipo de los estudiantes, con una consiguiente mejora del grado de satisfacción y el rendimiento académico.

PALABRAS CLAVE: Microbiología, aprendizaje cooperativo, Puzzle de Aronson

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de aprendizaje de los estudiantes pueden estar estructurados de manera que se promuevan los esfuerzos a) cooperativos, b) competitivos o c) individuales.

- a) La cooperación consiste en el trabajo conjunto para alcanzar metas compartidas. Dentro de las actividades cooperativas los individuos persiguen objetivos que son beneficiosos para sí mismos y para todos los miembros del grupo.
- b) En contraste con las situaciones de cooperación, las situaciones competitivas son aquellas en las cuales los estudiantes trabajan compitiendo con los otros en la consecución de un objetivo que sólo uno o unos pocos pueden alcanzar. En la competición hay una interdependencia negativa en la consecución de los objetivos: los estudiantes entienden que sólo podrán lograr sus objetivos si el resto de la clase no consigue los suyos. La evaluación será referenciada por norma, es decir, dependerá de la actuación del resto de la clase. El resultado es que algunos estudiantes trabajarán más para superar a sus compañeros y otros no se esforzarán demasiado porque no creen que puedan tener la posibilidad de ganar.
- c) En situaciones de aprendizaje individual, los estudiantes trabajan solos para conseguir metas que no están relacionadas con las de sus compañeros y son evaluados por criterios, es decir, de manera independiente a la actuación de los demás. La consecución de los objetivos es independiente y los estudiantes perciben que el hecho de que ellos logren sus objetivos no está relacionado con lo que hagan los otros estudiantes. El resultado es que se centran en el interés individual y en el éxito personal, ignorando los éxitos y fracasos de los otros.

Las investigaciones llevadas a cabo en este terreno indican claramente que la cooperación, comparada con el trabajo competitivo e individual, suele llevar por un lado a una mayor productividad y, por otra parte, a relaciones de apoyo y compromiso entre el alumnado así como a una mejor salud psicológica, competencia social y autoestima. Los efectos positivos que la cooperación tiene en distintos ámbitos, hacen del aprendizaje cooperativo una valiosa herramienta educativa.

Muchas veces los educadores se equivocan pensando que para crear esfuerzos cooperativos es suficiente con dar unas directrices de lo que significa trabajar en grupo, cooperar y ser un

equipo. Sin embargo, el disponer a los alumnos por grupos y pedirles que trabajen juntos casi nunca resulta en cooperación. No todos los grupos son cooperativos. Sentar a los alumnos por grupos, por ejemplo, puede suponer acentuar los esfuerzos competitivos entre los miembros del grupo o incluso reforzar las actitudes individualistas. La experiencia nos dice que cuando se pide a los alumnos la realización de un trabajo en equipo cuya calificación va a ser común a todos los miembros del mismo, siempre hay quien realiza la mayor parte del trabajo y quien se beneficia del trabajo de los demás. Sin embargo, con las técnicas de aprendizaje cooperativo, un estudiante puede lograr sus objetivos si y sólo si los demás estudiantes que trabajan con él logran también los suyos.

Según Johnson y cols. (1993) los componentes esenciales de la cooperación son a) la interdependencia positiva, b) la promoción de la interacción cara a cara, c) la responsabilidad individual y de grupo, d) las habilidades interpersonales y de pequeños grupos y e) el proceso grupal.

- a) La **interdependencia positiva** es el elemento más importante del aprendizaje cooperativo. Esta interdependencia positiva está bien estructurada cuando todos los miembros del grupo perciben que están unidos entre sí de manera que uno no puede tener éxito si no lo tienen todos. De esta manera, las tareas y las metas deben estar diseñadas y ser comunicadas a los alumnos de manera que todos comprendan el sentido de esta interdependencia positiva: que el esfuerzo de todos los miembros del grupo es necesario e indispensable para el éxito del grupo y que cada miembro del grupo tiene una contribución personal única a dicho éxito. De esta manera se logra un compromiso hacia el éxito de los miembros del grupo y de uno mismo, siendo esta la idea central del aprendizaje cooperativo. Si no hay interdependencia positiva no hay cooperación.
- b) La **interacción cara a cara** entre los alumnos es otro elemento básico de las técnicas de aprendizaje cooperativo que es indispensable para promover el aprendizaje por parte de los compañeros. Esta interacción se materializa en explicaciones orales sobre cómo resolver los problemas, en la transmisión del conocimiento, en la comprobación de que el tema explicado ha sido bien comprendido, en la discusión de los conceptos que se deben aprender y en la conexión del aprendizaje presente con el pasado. Promoviendo el aprendizaje cara a cara es como los miembros del grupo se responsabilizan personal y académicamente de sus compañeros y de las metas colectivas.
- c) Existen dos niveles de responsabilidad que deben estar estructurados en las clases cooperativas: **responsabilidad individual y responsabilidad grupal**. El grupo es responsable de conseguir sus metas y cada miembro debe ser responsable de su

contribución al trabajo compartido. La actuación de cada individuo debe ser valorada para averiguar quién necesita más apoyo y estímulo en el proceso de aprendizaje. La propuesta central de los grupos cooperativos se basa en hacer de cada miembro un individuo más competente: los estudiantes aprenden juntos y de esa manera pueden adquirir más competencias individuales.

- d) Es además fundamental la enseñanza a los alumnos de las **habilidades interpersonales y de pequeño grupo**. El aprendizaje cooperativo es más complejo que el competitivo o el individual, ya que los alumnos tienen que aprender no sólo los temas propuestos sino también a trabajar en equipo. Las habilidades sociales requeridas para trabajar cooperativamente con éxito no se adquieren espontáneamente al emplear la metodología de trabajo cooperativo, sino que deben ser enseñadas a los alumnos de manera tan precisa y cuidadosa como las habilidades académicas. Liderazgo, toma de decisiones, confianza en los compañeros, comunicación o solución de conflictos, son competencias que permiten a los estudiantes enfrentarse con éxito al trabajo académico y al trabajo en equipo. Dado que la cooperación y el conflicto están inherentemente relacionados, los procedimientos y habilidades para solucionar conflictos de manera constructiva son especialmente importantes para el éxito de los grupos a largo plazo.
- e) El **proceso grupal** existe cuando los miembros del grupo discuten cómo están alcanzando sus metas y mantienen relaciones grupales efectivas. Los grupos necesitan describir qué acciones de sus miembros son más o menos útiles y tomar decisiones sobre los comportamientos que deben persistir o ser cambiados. La mejora continua del proceso de aprendizaje es el resultado del análisis cuidadoso de cómo los miembros están trabajando juntos y de cómo se puede aumentar la efectividad del grupo.

Una de las técnicas de aprendizaje cooperativo es la *Técnica Puzzle de Aronson* (TPA). La idea central de la TPA consiste en dividir el grupo-clase en equipos de trabajo (grupos puzzle) y responsabilizar a cada miembro del equipo de una parte diferente de la tarea a realizar, de la cual se convertirá en un “experto”. Los estudiantes de los diferentes equipos que tienen asignada la misma parte del tema se juntan para discutirlo en “grupos de expertos”. Después regresan a sus equipos originarios para enseñar a sus compañeros aquello que han aprendido. De esta manera, cada estudiante realiza a lo largo de la experiencia, el papel de alumno y de profesor. Esta metodología es una buena herramienta para la enseñanza-aprendizaje de la actitud de solidaridad entre el alumnado ya que i) el proceso de aprendizaje se estructura de manera que la competitividad individual es incompatible con el éxito, ii) el éxito sólo puede lograrse si hay cooperación entre los alumnos dentro del grupo y iii) cada alumno, sin importar su estatus en la clase está en condiciones de brindar a sus compañeros una información de la que nada más él

dispone dentro de su grupo.

Se ha llevado a cabo una experiencia de aprendizaje cooperativo utilizando la TPA en las prácticas de Microbiología de 2º curso de Farmacia durante el curso 2007-2008. En este artículo referiremos la metodología empleada de forma detallada, así como las conclusiones obtenidas.

METODOLOGÍA

La experiencia se ha llevado a cabo con 2 grupos de prácticas de Microbiología de 20 alumnos cada uno. Hemos dividido cada grupo de prácticas en 5 grupos puzzle de 4 alumnos, cada uno de los cuales será experto en uno de los siguientes temas: 1) Análisis de aguas, 2) identificación taxonómica de bacterias, 3) tinciones y microscopía y 4) crecimiento microbiano, como se indica en la tabla 1.

	Grupos expertos	ALUMNOS				
Análisis de aguas	1	A1	B1	C1	D1	E1
Taxonomía	2	A2	B2	C2	D2	E2
Microscopía	3	A3	B3	C3	D3	E3
Crec. microbiano	4	A4	B4	C4	D4	E4
GRUPOS PUZZLE		A	B	C	D	E

Tabla 1. Distribución de los alumnos de prácticas de Microbiología en grupos puzzle y grupos de expertos, para la realización de una experiencia de aprendizaje cooperativo utilizando la TPA.

Es importante que en la distribución de los grupos se tenga en cuenta el criterio de heterogeneidad mencionado por Aronson y cols., según el cual cada grupo puzzle debería estar integrado por alumnos con diferentes grados de motivación y capacitación, así como de distinto sexo y nacionalidad, cuando esto sea posible. El motivo es intentar que la interdependencia no se dé únicamente entre iguales, lo cual llevaría a destacar las diferencias intergrupales.

La realización de las prácticas se lleva a cabo durante una semana, de lunes a viernes. El primer

día (lunes) se explica la metodología a emplear y se entrega a cada uno un guión de prácticas. Este guión se ha confeccionado de la manera más detallada posible, para que, en principio, cada alumno pueda entender y llevar a cabo la práctica sin problemas una vez finalizada su lectura. A cada alumno se ha entregado el guión completo, es decir, la práctica de la cual es “experto” y las otras 3, ya que esto facilita el desarrollo posterior de la actividad. Una vez reunidos los “grupos de expertos”, leen y discuten el material propuesto y realizan juntos la práctica-simulacro que deberán explicar con posterioridad a sus compañeros. Este proceso así como todo el desarrollo de la experiencia debe estar siempre supervisado por los profesores o monitores, cuyo papel es el de solucionar todas las dudas y preguntas que surjan de la interpretación del guión de prácticas o del procedimiento a seguir.

El contenido de los temas de los “grupos de expertos” ha sido el siguiente:

1. **Análisis de aguas:** los alumnos deben analizar el análisis microbiológico del agua de una fuente y decidir su potabilidad según la legislación vigente sobre aguas de bebida. Para ello deben realizar el recuento de colonias de aerobios totales a 37 y 22°C, previas diluciones seriadas del agua problema. Además deben realizar el recuento de coliformes totales y *Escherichia coli*, de enterococos fecales y de clostridios sulfito-reductores. Para completar esta práctica son necesarios 4 días como se observa en el esquema de la tabla 2. Lo que los “expertos” en análisis de aguas deben hacer durante el simulacro es aprender a manejar las micropipetas, hacer diluciones seriadas, sembrar por extensión, filtrar muestras de agua utilizando kitasato y bomba de vacío y utilizar la campana de anaerobiosis.
2. **Identificación taxonómica de bacterias:** Cada “grupo puzzle” deberá realizar las siguientes pruebas taxonómicas a 2 cepas bacterianas:
 - Producción de indol
 - Rojo de metilo/ Voges-Proskauer
 - Utilización de citrato
 - Oxidación/fermentación de glucosa
 - Hierro de Kligler
 - Crecimiento en medio Levine
 - Catalasa
 - Oxidasa
 - Antibiograma

Las cepas bacterianas utilizadas en estas prácticas han sido las siguientes: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus sp.*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus*

aureus y *Serratia marcescens*.

	Aerobias totales	Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i>	Enterococos fecales	<i>Clostridium</i> sulfito-reductores
DIA 1	<p>Realizar por duplicado</p> <p>Depositar 0,1 mL de la muestra o su dilución en medio TSA</p> <p>Extender en superficie</p> <p>Incubar a 22 y 37°C</p>	<p>Filtrar 100 mL muestra</p> <p>Depositar membrana en medio Chapman TTC Agar</p> <p>Incubar a 37°C</p>	<p>Filtrar 100 mL muestra</p> <p>Depositar membrana en medio m-EA (Slanetz-Bartley)</p> <p>Incubar a 37°C</p>	<p>Filtrar 100 mL muestra</p> <p>Depositar membrana en medio m-CP</p> <p>Incubar a 44°C en anaerobiosis</p>
DIA 2	<p>37°C: recuento final</p> <p>22°C: controlar crecimiento</p>	<p>Confirmación <i>E. coli</i></p> <p>Siembra en agua de triptona e incubar 44°C</p>	<p>Controlar crecimiento</p>	Resultados finales
DIA 3		<p>Confirmar presencia de <i>E. coli</i></p> <p>Indol +</p>	Resultados finales	
DIA 4	Resultados finales			

Tabla 2. Esquema de la práctica de análisis microbiológico de aguas de bebida.

El “grupo de expertos” en Taxonomía debe aprender durante el primer día a realizar la

siembra de diferentes medios de cultivo (medio líquido; medio sólido en estría, por extensión; medio semisólido o sólido por picadura) y diversas pruebas bioquímicas. Asimismo, los expertos deberán explicar a sus compañeros el fundamento de cada una de las pruebas bioquímicas realizadas. Esta práctica se desarrollará a lo largo de dos días, como se indica en la tabla 3.

3. **Tinciones y microscopía:** cada grupo puzzle debe realizar la tinción de Gram a las dos cepas que utilizó para las pruebas bioquímicas y una tinción de esporas con una cepa de *Bacillus*. Los “expertos” en tinciones deben el primer día aprender el fundamento y la técnica de ambas tinciones, así como la correcta utilización del microscopio.

	indol	RM	VP	citrato	O/F	Kligler	Levine	catalasa	oxidasa	antibiograma
Día 1	siembra	siemb.	siemb.	siemb.	siemb.	siembra	siemb.	result.	result.	siembra
Día 2	reactivo resultado	react. result.	react. result.	result.	result.	result.	result.			resultado

Tabla 3. Esquema de la práctica de identificación taxonómica de bacterias.

4. **Crecimiento microbiano.** Los alumnos realizarán una curva de crecimiento utilizando una cepa de *E. coli* sembrada en medio TSB. Para ello inocularán un matraz con un cultivo en fase exponencial que se incubará en un agitador orbital a 37°C. Cada media hora se tomará una muestra del cultivo y se medirá la densidad óptica del mismo en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 nm. La práctica se prolongará hasta que se alcance la fase estacionaria. Con los datos obtenidos se elaborará una curva de crecimiento representando la densidad óptica con respecto al tiempo. El primer día, los “expertos” en crecimiento microbiano deben aprender a inocular y tomar muestras a partir del cultivo de *E. coli*, a utilizar correctamente el espectrofotómetro y a manejar el programa Excell, para la representación de la curva de crecimiento.

El segundo día (martes), los alumnos se distribuyen ya en los “grupos puzzle” con los que deben cooperar durante el resto de la semana. Los “expertos” en análisis de aguas deben explicar la práctica a sus compañeros del “grupo puzzle” y realizarla con ellos. El tercer día son los “expertos” en identificación taxonómica de bacterias los que deben explicar a sus compañeros de equipo el proceso a seguir, y así sucesivamente. El quinto y último día, una vez finalizada la curva de crecimiento, se realiza un examen individual sobre lo aprendido durante la semana. Además, cada miembro del equipo debe evaluar el trabajo docente realizado por sus tres

compañeros, asignando a cada uno una nota y teniendo en cuenta que sólo puede otorgar un 10, sólo un 9 y sólo un 8. Por debajo de 8 las calificaciones pueden repetirse. Los alumnos deben entregar un boletín con los resultados obtenidos en las prácticas. Este debe incluir: recuento de colonias en la práctica de análisis de aguas, resultados de las pruebas bioquímicas, resultado de la observación al microscopio y curva de crecimiento.

Evaluación:

La nota final de cada alumno será la media entre las siguientes notas: 1) la nota del boletín de prácticas de su equipo, 2) la nota media de los exámenes individuales de los miembros de su equipo y 3) la nota media de las que le han otorgado sus compañeros.

RESULTADOS

Esta experiencia de aprendizaje cooperativo en prácticas es pionera en nuestra facultad. Los estudiantes no tenían experiencia previa en este tipo de trabajo y por tanto su aplicación supuso una primera toma de contacto con la metodología. Tras la explicación el primer día del procedimiento a seguir surgieron dos tipos de actitudes entre los alumnos: por un lado, la mayoría de ellos se mostraba escéptico con el nuevo diseño de las prácticas, ya que se entendía como una carga adicional de trabajo para los alumnos o una estrategia del profesor para esforzarse menos. Otra parte del grupo se mostró por el contrario muy favorable al cambio y colaboró desde el principio de manera entusiasta a llevar a cabo la experiencia. A lo largo de la semana, la actitud escéptica fue cambiando en cooperación activa entre alumnos y de estos con los profesores y monitores. En realidad la aplicación de técnicas de aprendizaje cooperativo no supone en absoluto menos trabajo para el profesor sino todo lo contrario: 1) por una parte, el material didáctico (guiones de prácticas en este caso) debe estar perfectamente estructurado, lo cual supone más trabajo previo. 2) Por otra parte, durante todo el proceso el profesor o monitor debe estar respondiendo a todas las preguntas que desde los distintos grupos vayan surgiendo. Esto es especialmente laborioso durante el primer día, cuando se reúnen los “grupos de expertos”, ya que se deben atender cuatro prácticas diferentes a la vez. Debido a esto es de especial importancia contar con una buena asistencia de monitores de prácticas. 3) Y por último, el proceso de evaluación es también más laborioso que el sistema tradicional.

Una de las principales críticas que se suele hacer al aprendizaje cooperativo en general y al puzzle de Aronson en particular es que el profesor pierde control sobre la información, lo cual redundaría en un deterioro en su transmisión y distribución. Nosotros hemos podido hacer frente a

este inconveniente elaborando un detallado gui3n de pr3cticas, de manera que los alumnos tuvieran acceso a la informaci3n de la manera m3s precisa posible.

Durante el desarrollo de la experiencia se han producido situaciones de conflicto en algunos grupos. Esta es una de las caracter3sticas del aprendizaje cooperativo y una consecuencia normal del mismo. Los profesores y monitores hemos optado por asistir a la resoluci3n de conflictos m3s como observadores que como elementos activos. En este sentido nuestras acciones se han centrado en el afianzamiento de las bases de trabajo en cuanto a normas, clarificaci3n de roles y responsabilidades. Una vez superada la fase de conflicto, los grupos han trabajado de manera m3s o menos aut3noma, realizando el profesorado m3s una tarea de asesoramiento que de control.

En general, la participaci3n activa de los alumnos ha sido mucho m3s alta que en las pr3cticas de otros a3os, la interacci3n entre ellos m3s din3mica y el trabajo en equipo m3s fluido y equitativo.

CONCLUSIONES

La TPA se revela como una t3cnica de aprendizaje susceptible de ser utilizada en pr3cticas de laboratorio de Microbiolog3a, que aumenta el grado de satisfacci3n e interacci3n del alumnado repercutiendo en un mayor aprovechamiento de las pr3cticas y mejora del rendimiento acad3mico.

REFERENCIAS

- Aronson, E. et al (1978): *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, California, Sage Publications.
- Garc3a, R.; Traver, J.A. y Candela, I. (2001) *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, caracter3sticas y t3cnicas*. Madrid, CCS-ICCE.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. and Holubec, E.J. (1993) *Cooperation in the classroom* (6th ed.) Edina, MN: Interaction Book Company.
- Mart3nez, M. y Esteban, F. (2005) Una propuesta de formaci3n ciudadana para el EEES. *Revista espa3ola de pedagog3a*, 230, pp. 63-83.
- P3rez Samaniego, V. y Mer3n Reig, Rafael. El puzzle de Aronson: una experiencia de aprendizaje cooperativo en la formaci3n de profesorado.