

EXPERIENCIAS

educación por competencias en Bachillerato

BIOCONTEXTO Y COMPETENCIAS

JOAQUÍN MOLINA VALLEJO

COLEGIO SAN ESTANISLAU DE KOSTKA-SEK (BARCELONA)

En la enseñanza de la biología del bachillerato, la dicotomía que se establece entre el qué –contenidos a impartir- y el cómo –estrategias de aprendizaje-, hace un tiempo que ha dejado de tener sentido. En el grupo “biocontexto” apostamos decididamente por el cómo, puesto que si queremos mantenernos en contacto con la realidad, cambiante y novedosa en grado sumo en el ámbito biológico, es casi imposible apostar por un núcleo de contenidos clásicos e inamovibles. El grupo biocontexto apuesta por la relevancia de los contenidos para el alumnado, que puede ser personal, social, científica, y dado que esos contenidos se vertebran a través de un contexto que sea analizado en profundidad: los conceptos y procedimientos van apareciendo como algo necesario para explicar la realidad planteada. Si, además, se trabaja ese contexto con técnicas como el ABP, el aprendizaje por proyectos, el aprendizaje cooperativo (no excluyentes entre ellos) y en la base se sitúa el método científico, entonces las competencias –el tótem de los nuevos diseños educativos- se asimilan en mayor grado y de forma más auténtica y significativa.

Dentro de las respuestas por crecimiento diferencial descritas en el apartado b, se distinguen nastias y tropismos. En los tropismos el movimiento se orienta por la dirección del estímulo; en las nastias es independiente de dicha dirección. En el cuadro pueden verse ejemplos y tipos principales de nastias y tropismos.

Tropismos FOTOTROPISMO, GEOTROPISMO, QUIMOTROPISMO, TIGMOTROPISMO

Nastias FOTONASTIA, TERMONASTIA, NICTINASTIA, QUIMONASTIA, SISMONASTIA

Todo el capítulo 30 –de entre otros 45 agotadores capítulos- de este antiguo libro de texto, en casi nada diferente a otros de la misma época, estaba dedicado al *crecimiento vegetal*. Si duda importantísimo, sobre todo para un botánico, para un agricultor o para un ingeniero agrónomo. En ese mismo año -1981-, se preguntaba en la prueba de Selectividad de Biología de Cataluña “Glúcidos: definición, estructura, composición y función”, entre otras tres preguntas de ese estilo.



BACHILLERATO

El BUP y el COU parecían funcionar sin problemas... Casi 30 años después, un profesor de Biología de Cataluña, ha podido leer en La Vanguardia un artículo sobre una investigación llevada a cabo por el equipo de Luís Serrano, del CRG (*Centre de Regulació Genòmica*) de Barcelona. En éste, se explica que por primera vez se ha conseguido conocer en profundidad el funcionamiento total de un organismo: *Myco-plasma pneumoniae*. Ello le ha supuesto tres artículos (¡¡tres!!) publicados en el mismo número de la prestigiosa revista

Science. En un esquema infográfico central de doble página, se dibuja una bacteria en la que, entre muchos procesos destacados, se pueden ver nombres como *genoma*, *proteoma*, *transcriptoma*, *metaboloma*. ¿A cuántos de los que impartimos biología en el bachillerato nos explicaron algo o siquiera nos mencionaron estos conceptos –especialmente los dos últimos- cuando estudiábamos la carrera? ¿Cuántos habíamos oído hablar del *imprinting* genético, o de los procesos de metilación implicados en la epigenética del cáncer? Naturalmente, el profesor recorta el artículo para fotocopiarlo a sus alumnos... No, mejor: se baja el artículo en pdf de la página web de La Vanguardia y lo “cuelga” en la intranet o el blog que comparte con sus alumnos de 2º de bachillerato, para comentarlo al día siguiente.

EL MUNDO HA CAMBIADO

La biología –posiblemente más que ninguna otra ciencia- ha cambiado, y con ella la medicina. En 1981 no estaba tan de moda el estudio ni la protección de los ecosistemas, y consiguientemente no se oía hablar mucho de cambio climático. No se conocía el genoma humano: tan sólo hace diez años que Bill Clinton dijo aquello de que “hemos aprendido el idioma con el que Dios creó la vida”. Las tasas de mortalidad por cáncer eran mucho más elevadas que en la actualidad y el diagnóstico precoz no había alcanzado los niveles actuales. La insulina para los diabéticos era de cerdo, aunque justo ese año se hacía un ensayo clínico a gran escala para probar los beneficios de la nueva insulina obtenida con las incipientes técnicas del *DNA recombinante*... ¿Seguimos con las nastias y los tropismos, además insistiendo sólo en la clase magistral? ¿Probamos de hacer investigaciones, en las que quizá los tropismos y las nastias aparezcan *contextualizadas*?

Algo, afortunadamente, está cambiando. Por ejemplo, en la actualidad las pruebas de selectividad de biología de bachillerato son distintas. Pongamos un ejemplo como muestra:

EXPERIENCIAS

educación por competencias en Bachillerato

JUNIO 2008-SERIE 4-EJERCICIO 2 (PARTE COMÚN; 2 PUNTOS) CATALUÑA

Un grupo de investigadores prueba el efecto del agua contaminada sobre la tasa fotosintética de la planta *Elodea*.

El procedimiento consiste en medir la tasa fotosintética a partir del oxígeno producido por un ejemplar de *Elodea* sumergido en agua potable y por otro ejemplar sumergido en agua de un río contaminado. La iluminación y la temperatura, y también otros factores que pueden afectar al experimento, se mantienen constantes. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

tiempo (seg)	TASA FOTOSINTÉTICA (BURBUJAS DE O ₂ POR SEGUNDO)	
	AGUA POTABLE	AGUA CONTAMINADA
10	1,2	1,2
20	1,2	0,9
30	1,1	0,8
40	1,2	0,7
50	1,1	0,6
60	1,2	0,5
70	1,2	0,4
80	1,2	0,3
90	1,2	0,3
100	1,2	0,3

Fuente: <<http://www.biociencias.com/revista/4/m.html>> datos modificados

1. Responda a las cuestiones siguientes: [1 punto]

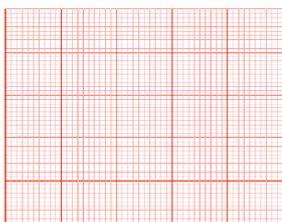
a) Represente en un mismo gráfico las tasas fotosintéticas (número de burbujas de O₂ por segundo) de los dos ejemplares de *Elodea* en función del tiempo.

Conclusiones iniciales

Cómo mejorar el experimento

b) ¿Cuáles son las conclusiones de este experimento? ¿Cómo mejoraría el diseño para que las conclusiones fuesen más fiables? Razónelo.

2. Dos estudiantes comentan estos resultados y mantienen el diálogo siguiente:



Conclusiones iniciales	Cómo mejorar el experimento

ESTUDIANTE A: Según este experimento, el agua contaminada afecta a la fase lumínica de la fotosíntesis.

ESTUDIANTE B: A la fase lumínica no, sino a la fase oscura, como se deduce de la disminución de la producción de O₂.

¿Cuál de los dos estudiantes tiene razón? Justifíquelo a partir del experimento y de sus conocimientos sobre la fotosíntesis.

[1 punto]

Podríamos elaborar una tabla comparativa entre las competencias requeridas para poder responder esta pregunta (se entiende que no en el momento de contestarla únicamente, sino para prepararla a lo largo de las clases de biología) y aquella que se planteaba en 1981 (recordemos: *Glúcidos: definición, estructura, composición y función*). Hemos escogido competencias propias de la materia en indagación e *experimentación*, aunque podríamos haber evaluado también otras competencias propias como en *comprensión de la naturaleza de la ciencia* o en *comprensión en la capacidad de actuar sobre el medio físico*. Como competencias básicas, nos centramos en la *comunicativa* y en *gestión y tratamiento de la información*.

El resultado del análisis, en cuanto a las competencias, es abrumador. No obstante, habríamos de ir más allá en el análisis y preguntarnos qué se requiere para formar alumnos competentes en biología (en la biología de hoy, posiblemente diferente a la de un mañana muy próximo), y cómo se puede hacer.

COMPETENCIA	SELECTIVIDAD 2008 JUNIO - CATALUÑA	SELECTIVIDAD 1981 JUNIO - CATALUÑA
[Competencia Indicador evaluable]		
COMPETENCIAS PROPIAS DE LA MATERIA		
Indagación y experimentación		
Identificar problemas	++	--
Elaborar hipótesis	++	--
Justificar y argumentar hipótesis	++	--
Diseñar y realizar investigaciones	++	--
Registrar y analizar datos	++	--
Interpretar tablas y esquemas	++	--
Extraer conclusiones	++	-
Elaborar, comunicar y defender explicaciones	++	++
Hacer predicciones a partir de modelos teórico	++	--
Examinar las limitaciones de las explicaciones científicas	++	--
Argumentar la validez de explicaciones alternativas en relación con las evidencias experimentales	++	--
COMPETENCIAS BÁSICAS		
Comunicativa		
Explicar, justificar y argumentar por escrito utilizando el lenguaje científico	++	++
Definir conceptos	+	++
Interpretar	++	-
Elaborar textos	+	++
Gestión y tratamiento de la información		
Seleccionar y analizar la información	++	--
Interpretar información expresada en tablas, esquemas y dibujos	++	--
Seleccionar información relevante de un texto	+	++
Sintetizar información	++	++
*se entiende que no en el momento de contestar la pregunta sino de prepararla previamente		
**depende de qué se exija en el redactado elaborado por el alumnado		

CIENCIA EN CONTEXTO Y BIOCONTEXTOS

Desde hace unos años, un grupo de profesores de Cataluña creemos que los contextos son una herramienta importante en la enseñanza de la biología (sin duda, también en otras disciplinas), sobre todo si le queremos dar un giro copernicano y pasar de las nictinastias y los tigmotropismos (con todos los respetos) a contenidos de biología que tengan relevancia personal, social o científica para el alumno, y que permitan el uso de técnicas que vertebran la materia alrededor de las competencias. Algunos de los profesores que apostaron en su momento por un cambio claro en las pruebas de selectividad son también los que ahora incidimos en los contextos. Ahora, en Cataluña este tipo de pruebas de selectividad –que llevan proponiéndose hace casi doce años- ya no sorprenden y, muy posiblemente, han provocado que el enfoque de la biología sea ahora muy distinto al de hace unos años.

¿Qué proponemos con la ciencia en contexto y con los biocontextos? Sencillamente, trabajar los contenidos biológicos a

EXPERIENCIAS

medida que el análisis profundo de un contexto relevante para el alumnado lo vaya requiriendo. La experiencia ha sido aplicada a dos materias, creemos que con éxito: **ciencias para el mundo contemporáneo y biología**. No obstante, surge una pregunta clara: ¿se pueden plantear contextos como atractor inicial hacia los temas a tratar, para luego abordarlos de forma clásica? La respuesta es que sí, por supuesto. Nosotros pensamos que abordar los contenidos por contextos es un planteamiento radical, puesto que ni el profesor ni el alumnado verán una secuencia ordenada clásica (biomoléculas – citología – metabolismo – genética molecular – genética clásica y reproducción – evolución – inmunología), sino que cada unidad se articulará alrededor de un contexto, a trabajar preferentemente con **grupos cooperativos**, que pueden funcionar como *grupos de expertos*. En cada unidad se trabajarán proyectos concretos y contenidos en formato ABP. Además, se han de proporcionar recursos que incidan en competencias ligadas a la búsqueda de información bibliográfica y por Internet de forma adecuada, la elaboración de esquemas y mapas conceptuales, las exposiciones orales, el manejo de herramientas matemáticas como tablas de datos y gráficas con aplicaciones estadísticas, uso de diferentes programas informáticos o simulaciones por ordenador (Llort 2006).

En este punto, se hace necesario distinguir entre el clásico "hacer prácticas" y "hacer investigaciones". No es lo mismo. Se puede ir al laboratorio a seguir recetas proporcionados por el profesor, lo cual resulta incluso divertido (isobre todo si salen colores en los tubos!): este planteamiento nos parece igual de poco competencial que la clase magistral (que, por cierto, no hay por qué dejarla totalmente aparcada: será necesaria en diversas ocasiones). Investigar es mucho más. Implica plantearse una pregunta, un problema a resolver, plantear hipótesis, diseñar experimentos, clarificar cuáles son las variables dependientes e independientes, saber analizar los resultados, saber ordenarlos y presentarlos en tablas y gráficos, saber extraer conclusiones.

UN EJEMPLO PRÁCTICO: 1º BACHILLERATO: "EL EMBARAZO"

Lo titulamos: "*Justo, icuarenta semanas!*" Se empieza con lo que llamamos el escenario, la presentación del contexto. En este caso se trata de una mujer, de nombre Blanca, de 38 años, a punto de hacerse un tratamiento de fertilidad porque no consigue quedarse embarazada. Precisamente entonces tiene un retraso en la menstruación, y un test de embarazo desvela rápidamente la causa: en 40 semanas, si todo va bien, será madre. Las dudas iniciales que tiene Blanca son las que invitamos a compartir con el alumnado, de forma que ésta es una forma de *evaluación inicial*, además de punto de partida de la unidad. A partir de ahí se empiezan a definir las tareas a repartir en los grupos cooperativos, organizando los contenidos en bloques para favorecer esta forma de trabajar.

A continuación, se van desarrollando los contenidos de la unidad siguiendo con precisión la progresión del embarazo de Blanca: la formación del óvulo y del espermatozoide, los cambios que experimenta el embrión y el feto, desde la fecundación hasta el parto. En esta crónica de tres trimestres de embarazo se hace un

seguimiento de los aspectos fisiológicos, de desarrollo embrionario, genéticos, biomédicos y emocionales asociados a la gestación.

Proponemos dos posibilidades de reparto de contenidos en los grupos cooperativos:

A) FORMAR GRUPOS DE EXPERTOS EN FUNCIÓN DE LAS FASES DEL EMBARAZO, POR TRIMESTRES

Cada grupo se encargará del estudio de los acontecimientos biológicos más importantes en su fase del embarazo. Buscarán información en bibliografía adecuada y en Internet, y evidentemente podrán disponer de su libro de texto básico. El profesor o profesora, en cada caso, orientará la labor de cada grupo y proporcionará actividades, situaciones-problema o investigaciones adecuadas a cada fase. Se pueden usar múltiples recursos, por ejemplo en este caso se puede utilizar una producción documental de la BBC ("*La gestación: un milagro día a día*") que, de hecho, ha podido formar parte del escenario (*Blanca no paraba de mirar el DVD que había comprado recientemente en el kiosko, deseosa de que ese fuese su caso...*, por ejemplo). También se puede plantear hacer una actividad práctica factible, como es la fecundación del erizo de mar.

B) FORMAR GRUPOS DE EXPERTOS EN FUNCIÓN DE LAS PREGUNTAS CLAVE QUE SE FORMULAN EN EL ESCENARIO. ALGUNAS POSIBILIDADES SERÍAN:

1. ¿Por qué razón mi hermana dice que un resultado positivo al test es definitivo mientras que uno negativo puede cambiar en unos días?

Contenidos a trabajar: gametogénesis y meiosis, los gametas humanos, la fecundación, el ciclo biológico humano, el test de embarazo y la gonadotropina coriónica (GCH), implantación del embrión...

2. ¿Cómo irá creciendo la criatura dentro de mi cuerpo? ¿En qué momentos se irán formando los diferentes órganos? ¿Será niño o niña?

Contenidos a trabajar: gametogénesis y meiosis, fecundación, desarrollo embrionario, la mitosis y el crecimiento del embrión, la diferenciación celular y la organogénesis, estructuras embrionarias anexas...

3. ¿Tendré algún problema? ¿Qué riesgos podrían haber? ¿Tendré que cuidarme mucho? ¿Habré de ir al médico con frecuencia?

Contenidos a trabajar: aspectos biomédicos-clínicos: el test del embarazo, control y seguimiento sanitario del embarazo: ecografías, controles de salud de la madre y del feto, diagnóstico prenatal, determinación del sexo, estructura de los cromosomas, los cromosomas sexuales, las mutaciones cromosómicas...

4. El momento del parto... ¿lo superaré bien? ¿Y la criatura?

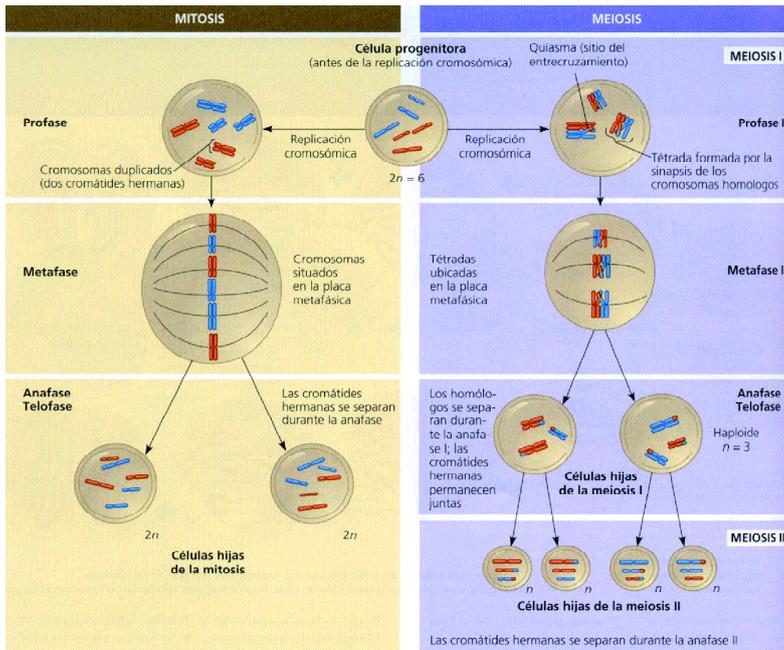
Contenidos a trabajar: fisiología del parto, el factor Rh y el sistema ABO, el cordón umbilical, presencia de células madre y posibles aplicaciones biomédicas, el control sanitario del recién nacido...

Finalmente, se intenta elaborar un mapa conceptual completo a partir de toda la información proporcionada por cada uno de los grupos. Presentamos algún ejemplo de actividad asociada, que siempre se presentará ligada al contexto:

EXPERIENCIAS

educación por competencias en Bachillerato

a) Mitosi versus meiosi



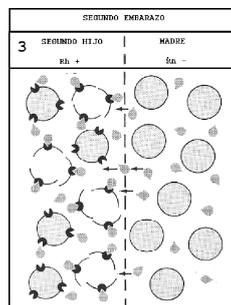
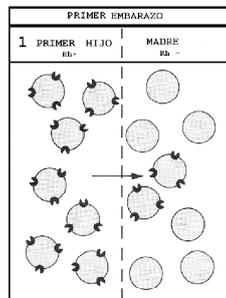
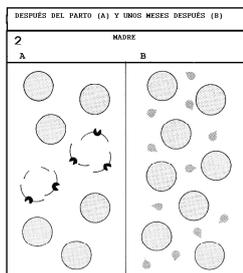
Modificado de Campbell-www.medicapanamericana.com-mil253. Pearson education. 2005.

- El esquema nos muestra la división de una célula con un número diploide de cromosomas ($2n = 6$) que se divide por mitosis y por meiosis. Observando el esquema adjunto, responde:
 - ¿Qué diferencias hay en el número de fases de cada proceso?
 - ¿Y en su resultado?
 - ¿Qué diferencias hay entre las dos células resultantes de la mitosis? ¿Y entre las de la meiosis? ¿Por qué?
 - ¿Por qué las células resultantes de la meiosis I son haploides aunque tienen el mismo número de cromátidas que las resultantes de una mitosis, que son diploides?
 - ¿Cuál de estos dos procesos de división celular tiene lugar en los casos siguientes? Justifícalo en cada caso:
 - La cicatrización de una herida.
 - La formación de espermatozoides.
 - El crecimiento de un bebé.
 - La reposición de las células de la piel que van muriendo.
 - La ovogénesis.
- En todos los organismos que se reproducen sexualmente, la meiosis está presente en alguna de las fases de su ciclo vital. ¿En qué momentos se puede dar?
- Imaginemos que una mujer tiene una ovulación doble y que los dos óvulos son fecundados. ¿Serán idénticos los gemelos?

b) El Factor Rh

La posibilidad de que pequeñas cantidades de eritrocitos fetales atraviesen la placenta y difundan en la circulación sanguínea materna es muy baja, alrededor de 1 de cada 200 casos. No obstante, la probabilidad de este traspaso aumenta durante el embarazo.

- Explica, en el contexto del factor Rh, qué problema se deriva de esta situación.
- A partir de la información que conoces sobre la herencia de los grupos ABO, y de los fenotipos de la Blanca y su pareja Marcos (los dos son AB, Blanca *negativo* y Marcos *positivo*), discute de qué grupos sanguíneos podría ser su descendencia.
- ¿Qué probabilidad hay de que tengan otro hijo con Rh negativo? ¿Y con Rh positivo?
- Los gráficos siguientes justifican el hecho de que a Blanca le inyecten anticuerpos anti-Rh. Explica lo que representa cada imagen.



CONCLUSIONES

La velocidad a la cual cambian los contenidos de las disciplinas científicas, muy especialmente la biología, en un mundo también cambiante y diverso, exige nuevos planteamientos pedagógicos. Proponemos el uso de contextos reales, relevantes, que formen parte de la zona de proximidad ecológica del alumno (Liesa, 2008), como armazón para vertebrar los contenidos, que van siendo tratados a medida que se desbroza en detalle el contexto. Ello implica trabajar preferentemente en el día a día con técnicas activas por parte del alumnado -ABP, proyectos-, que procuran hacerlo competente en habilidades científicas, lo cual no sólo supone conocimientos sino también procedimientos, como los inherentes a la investigación que tienen como base el método científico. Un grupo de profesores en Cataluña ha podido comprobar lo positivo del planteamiento, sobre todo en biología y ciencias para el mundo contemporáneo.

PARA SABER MÁS

- BUENO, D., La necessitat de la biologia per a una formació integral en l'ensenyament secundari. Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Núm.57, Barcelona, 2006.
- CATURLA, E. et al: El treball per competències a l'ESO. Papers de Pedagogia Ignasiana, núm. 15. Ed. Barcanova y Fundació Jesuïtes Educació, Barcelona, 2009
- COLL, J. et al: Ciencia en contexto - Ciencias para el mundo contemporáneo, 1 Bachillerato (ed. en castellano). Ed. Teide. Barcelona, 2008
- COSTA, M. et al: Biocontext 1 (biología). Ed. Teide. Barcelona, 2008.
- GRAU, R., L'Aprenentatge basat en problemes com a estratègia interactiva en l'ensenyament de la biologia. Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Núm.57, Barcelona, 2006.
- LLORT, J. M^a, Les pràctiques virtuals en l'ensenyament de la biologia". Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Núm.57, Barcelona, 2006.
- MANUEL, J. de, Quina biologia ens cal, al batxillerat? Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Núm.57, Barcelona, 2006.
- Página web de la coordinación de la Biología de bachillerato en Cataluña, <http://www.ub.edu/geneticaclass/pau/index.html> LLORT, J.M^a: Programa informàtic "el joc dels gens" - http://www.xtec.cat/~jllort1/el_joc_dels_gens.html