

La enseñanza de la Biología y las Ciencias Ambientales del bachillerato internacional en el I.E.S. Maestro Matías Bravo (Valdemoro, Madrid, España)*

The teaching of Biology and environmental Science of international baccalaureate at I.E.S. Maestro Matías Bravo (Valdemoro, Madrid, Spain)

Sofía Martín Nieto y Carlos J. Martín-Blanco

*I.E.S. Maestro Matías Bravo. Avda. Mar Egeo, s/n. 28341. Valdemoro. Madrid.
biología.mmb@gmail.com*

Recibido: 29 noviembre de 2011; Aceptado: 27 abril 2012, Publicado en formato electrónico: 16-abril-2012.

PALABRAS CLAVE: Didáctica, Biología, Ciencias Ambientales, Bachillerato internacional, España
KEY WORDS: Didacticism, Biology, Environmental Science, International baccalaureate, Spain

RESUMEN

La organización del Bachillerato Internacional es una entidad sin ánimo de lucro fundada en Ginebra en 1968. Los alumnos optan entre un grupo de asignaturas establecidas, con currículos comunes a todo el mundo. Los estudios pueden cursarse en tres lenguas oficiales: inglés, francés y español. La enseñanza de las Ciencias Naturales se realiza a través de dos asignaturas “*Sistemas ambientales y sociedades*” y “*Biología*”. *Sistemas ambientales* se desarrolla a lo largo de un curso e incluye 120 horas de contenidos teóricos y 30 de prácticas de laboratorio y campo. *Biología* es una asignatura de desarrollo bienal con 180 horas de contenidos teóricos y 60 de contenidos prácticos que incluyen un trabajo práctico interdisciplinar con las otras materias experimentales (Física y Química). Las prácticas de laboratorio deben ser representativas del temario e incluir actividades que impliquen el desarrollo de las T.I.C. La monografía es un trabajo de investigación original bajo la tutela de un profesor. Contribuye decisivamente a la formación científica de los alumnos, ya que se familiarizan con la forma de trabajar y comunicar los hallazgos, propia de los científicos.

ABSTRACT

The International Baccalaureate Organization is an international organization with non profit motive, founded in Geneva, 1968. The IB programme can be taken in English, French or Spanish. Students can choose six subjects from six different subject groups. There are also three additional core requirements: Theory of Knowledge; Creativity, Action and Service (C.A.S.) and the extended essay. In our changing world it is increasingly clear the need for science education for unfolding in our daily lives. The great development of the technologies and their access so easy for a large part of the population greatly influences the learning of our students. Teachers we need to develop specific teaching strategies (GARCIA HERRERO, 2008).

Teaching must enable students to make information in knowledge (LÓPEZ SANCHO, 2003). At I.E.S. Maestro Matías Bravo, we tried to place emphasis on practical work as an important strategy in the constructivist approach to teaching (TRUMPER, 2003), not only in the International Baccalaureate but in other stages as well.

Science subjects consists of two parts: “*Environmental Systems and Societies*” and “*Biology*”. Environmental Systems and Societies is developed in one year’s course which requires students to complete 120 hours of theoretical content and 30 hours of laboratory practice and field study. Biology is developed in two years. Students must complete 180 hours theoretical content and 60 hours of practice which must include interdisciplinary investigation with Physics and Chemistry. The internal assessment of the Diploma Program goes beyond the mere practical demonstration of theoretical concepts. We are interested in the scientist’s work and we expect our students to learn about life from the scientist’s point of view. Practices is carefully selected to for our students so that it can serve as training in the most elementary instrumental techniques wich will enable students to design and control experiments independently and to explain their assumptions and results in consistent reports. Furthermore, they will learn not only to appreciate the advantages of research methodologies but also to consider their limitations and to assess the practical nature of the field work. Laboratory practice must be representative and include activities where T.I.C. are involved.

The extended essay is an original piece of research on a topic of interest for the student, developed with the advice and guidance from a teacher. This work provides the student with important scientific training. The extended essay is carried out over two courses. During the first course the topic of research is decided and the student begins to search bibliographic sources. In summer pupils do the experimental work and write a preliminary draft. In the first trimester of the second course the draft suffers successive corrections until it achieves the final version of manuscript.

* Presentado en la XIX Bienal RSEHN-UCLM, Toledo 2011

The newest in the International Baccalaureate is not the contents but the methodology. This way of working is the main learning of our students. Its introduction can be done little by little throughout the courses of secondary. During course 2011/12 the government of the Autonomous Community of Madrid has introduced an experimental studies called "Baccalaureate of Excellence", intended for students that show special motivation and ability to go deep into scientific, humanistic and technological knowledge. We believe that the International Baccalaureate can meet these to these expectations.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el curso 2008-09 el Instituto de Educación Secundaria (I.E.S.) Maestro Matías Bravo (Valdemoro, Madrid) viene impartiendo las enseñanzas del Diploma del Bachillerato Internacional. Con este trabajo queremos dar a conocer las actividades didácticas que realizamos los profesores de *Biología y Sistemas Ambientales* en el marco de este proyecto. Adaptadas a contextos particulares, estas actividades pueden extrapolarse y tenerse en cuenta en la planificación de actividades prácticas en cursos de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) y Bachillerato Ley de Ordenación de la Educación (L.O.E.)

La organización del Bachillerato Internacional es una entidad sin ánimo de lucro fundada en Ginebra en 1968. Cuenta con diversos programas destinados a diferentes niveles educativos no universitarios que cursan en la actualidad más de 925.000 alumnos de 3.215 centros distribuidos en 140 países de todo el mundo, su relevancia internacional es indudable (DRAKE, 2004). En España el programa es impartido en 52 centros, cifra superior a la de otros países de nuestro entorno como Francia (11), Finlandia (15) o Alemania (45), pero muy inferior a la de Reino Unido (216) o Estados Unidos (747) (WALKER, 2011).

La "internacionalidad" de estos estudios es debida al currículo, no a la lengua. Los alumnos optan entre un grupo de asignaturas establecidas, con currículos comunes en todo el mundo. Los estudios pueden cursarse en tres lenguas oficiales: inglés, francés y español.

Las asignaturas se reparten en seis grupos entorno a un núcleo central, constituido por tres trabajos imprescindibles para lograr el diploma: un ensayo (Teoría del conocimiento); Creatividad, Acción y Servicio (C.A.S.); y la monografía (Fig. 1). La enseñanza de las Ciencias Naturales se realiza a través de dos asignaturas "*Sistemas ambientales y sociedades*" y "*Biología*". La primera de ellas es una asignatura transdisciplinar que combina las técnicas y conocimientos propios del Grupo 4 (Ciencias Experimentales) con los propios del Grupo 3 (Individuos y Sociedades) y la segunda es una asignatura del Grupo 4 (Ciencias Experimentales) (ORGANIZACIÓN BACHILLERATO INTERNACIONAL, 2007).

Las asignaturas permiten configurar diferentes itinerarios científicos y humanísticos que se completan con una asignatura optativa. Los alumnos que cursan un bachillerato de modalidad científica tienen que cursar una optativa humanística (Historia, en nuestro caso) y los de

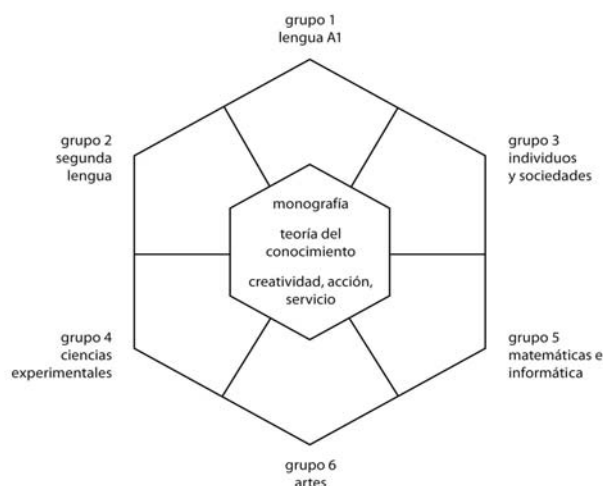


Figura 1. Currículo del Programa del Diploma, presentado en forma de hexágono (ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL, 2007) - Curriculum of I.B. Diploma Programme, presented in the form of a hexagon (ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL, 2007)

bachillerato de modalidad de ciencias sociales una optativa científica (Sistemas Ambientales, en nuestro caso).

En nuestro mundo cambiante es cada vez más clara la necesidad de instrucción científica para desenvolvernos en nuestra vida cotidiana. El gran desarrollo de las tecnologías y su facilidad de acceso para buena parte de la población condiciona enormemente el aprendizaje de nuestros alumnos. Los profesores tenemos que desarrollar estrategias didácticas específicas (GARCÍA HERRERO, 2008).

La enseñanza busca que el alumno convierta la información (contenidos curriculares) en conocimiento (LÓPEZ SANCHO, 2003). Según el modelo constructivista de PIAGET (COLL & AL., 2007) el proceso de aprendizaje incluye tres fases: comprensión de palabras, conceptualización y destreza para construir proposiciones con ellas. Las dos primeras fases son las más importantes y suelen representarse por medio de diagramas conceptuales basados en los desarrollados por NOVAK & AL. (1999) basándose en ideas de WITGENSTEIN. La importancia de su uso en enseñanza secundaria en nuestro país se ha puesto de manifiesto (CALVO & AL., 2008).

En el I.E.S. Maestro Matías Bravo tratamos de poner énfasis en los trabajos prácticos como una estrategia importante en el enfoque constructivista de la enseñanza (TRUMPER, 2003), no sólo en el Bachillerato Internacional sino también en otras etapas educativas.

Tabla I. Modelo curricular de las asignaturas experimentales de nivel medio y nivel superior en el Bachillerato Internacional.

- Curriculum model of the subjects of experimental mid-level and higher level in the International Baccalaureate.

MODELO CURRICULAR		
	NIVEL MEDIO	NIVEL SUPERIOR
TOTAL DE HORAS LECTIVAS	150	240
TEORÍA	120	180
TEMAS TRONCALES		
OPCIONES		
TEMAS ADICIONALES DEL NIVEL SUPERIOR		
ACTIVIDADES PRÁCTICAS	30	60
TRABAJOS PRÁCTICOS	30	50
PROYECTO DEL GRUPO 4	-	10

Tabla II. Contribución de los distintos elementos de la evaluación. NM = nivel medio, NS = nivel superior, TT = temas troncales, TANS = temas de ampliación (NS), OP = opciones, T.I.C. = tecnologías de la información y la comunicación.

- Contribution of the elements to evaluation. NM = med-level, NS = higher level, TT = common topics, TANS = ampliation topics (NS), OP = optional topics, T.I.C. = information and communications technologies.

COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN				
		CONTRIBUCIÓN	DURACIÓN	MATERIA
Prueba 1	NM	30	60´	Preguntas de respuesta corta y preguntas basadas en datos
	NS	20	60´	Test de 40 (NM) / 60 (NS) preguntas sobre TT
Prueba 2	NM	50	120´	Sección A: estudio de caso Sección B: preguntas de respuesta larga estructurada
	NS	36	135´	Preguntas de respuesta corta y larga sobre TT y TANS
Prueba 3	NS	20	75´	Preguntas de respuesta corta y larga sobre OP
Evaluación interna (prácticas)	NM	20	30 h	Todo el temario. Deben incluir uso de T.I.C.
	NS	24	60 h	

2. DESARROLLO

2.1. Organización de las materias

Las materias pueden ser de dos tipos en función de su carga horaria: de nivel medio y de nivel superior (Tabla I). *Sistemas Ambientales y Sociedades* es una materia de nivel medio que cursan como optativa los alumnos del itinerario de humanidades y ciencias sociales durante el primer curso de bachillerato a razón de cinco sesiones semanales. *Biología* es una asignatura de nivel superior que cursan durante los dos cursos de bachillerato los alumnos del itinerario de Ciencias de la Salud, con cinco sesiones semanales cada año.

La evaluación tiene dos partes: la externa (sobre contenidos teóricos) y la interna (sobre trabajos prácticos). La primera se realiza mediante el desarrollo de pruebas escritas comunes a todos los centros del mundo. Se realizan de forma sincronizada y su contribución a la nota final es variable (Tabla II).

La evaluación interna se hace sobre los informes de prácticas que son calificados por el profesor y moderados parcialmente por un corrector externo. Entre estos trabajos prácticos se incluye el Proyecto del Grupo 4, una investigación multidisciplinar sobre un tema que realizan en equipo todos los alumnos de Biología, Física y Química. Las prácticas de laboratorio deben ser variadas y representativas del temario e incluir

actividades que impliquen el desarrollo de las T.I.C. (elaboración de informes, tratamiento de datos, obtención de datos mediante software, simulaciones informáticas...).

2.2. Los trabajos prácticos de la evaluación interna

En la literatura se pueden encontrar diversas funciones atribuidas a las prácticas de laboratorio:

- Como medio de exploración física (GIUSEPPIN, 1996).
- Como estrategia de desarrollo conceptual y procedimental (WOOLNOUGH & ALLSOP, 1985).
- Como estrategia de trabajo en grupo (BROWN *et al.*, 1989).
- Como elemento motivador (BERG *et al.*, 2003).

La evaluación interna del Programa del Diploma va más allá de la mera demostración práctica de conceptos teóricos. Se busca fundamentalmente enseñar la profesión de científico a los alumnos. Para ello las prácticas se seleccionan cuidadosamente para que sirvan para adiestrar a los alumnos en las técnicas instrumentales más elementales pero sobre todo para que puedan diseñar y controlar autónomamente experimentos y sean capaces de

explicar sus hipótesis y resultados en informes coherentes tal como sugiere NEDELSKY (1958). Asimismo, aprenderán a apreciar las ventajas y las limitaciones de las metodologías de investigación y a valorar el carácter práctico del trabajo de campo.

Cada práctica puede ser evaluada de acuerdo a tres aspectos:

- 1) Diseño
- 2) Obtención y proceso de datos
- 3) Conclusiones y evaluación

Otros aspectos se evalúan globalmente al finalizar todas las prácticas y el proyecto del Grupo 4:

- 1) Técnicas de manipulación
- 2) Aptitudes personales

Para la realización de estos trabajos prácticos se entrega a los alumnos un guión con la información precisa para su realización. En la portada les aportamos una tabla con los aspectos que se van a evaluar concretamente en cada práctica (Fig.2).

Dependiendo de los aspectos que se vayan a evaluar, el guión será más o menos extenso. El caso más extremo es el de las prácticas en las que se pretende evaluar el diseño cuyo guión se reduce básicamente a una frase (Fig. 2). En estos casos el alumno tiene que describir el experimento que ha ideado y el protocolo de adquisición de datos que

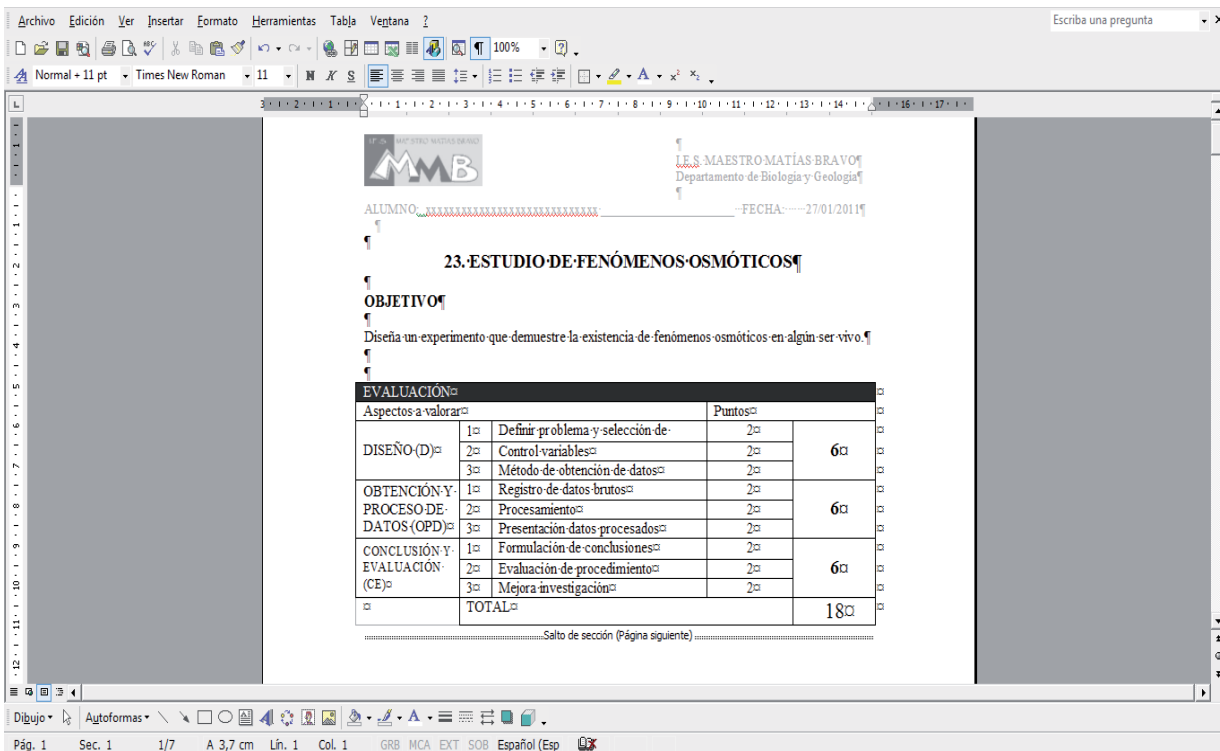


Figura 2. Ejemplo de portada de un guión de prácticas con la tabla para resumir los aspectos evaluados. Cuando se evalúa el aspecto "Diseño" el guión queda reducido a la mínima expresión y no se aporta información para su ejecución. Únicamente se enuncia el objetivo experimental que los alumnos tienen que conseguir.

- Sample cover page of a set of instructions for practices with the table to summarize the issues evaluated. When evaluating the aspect "Design" the indent is reduced to the minimum expression and no information is provided for its implementation. Only sets out the experimental objective that students have to achieve.

ha seguido.

El instrumento para evaluar los trabajos es un informe escrito sobre cada una de las prácticas. En dicho informe se valora no sólo la obtención de datos sino también la forma en que se expresan las conclusiones y se evalúan los resultados. Se hace especial hincapié en la forma de presentar datos en tablas y gráficos. Algunos autores como TAMIR (1989) ya pusieron de manifiesto la importancia de la estimación de órdenes de magnitud y el establecimiento de inferencias.

El programa de prácticas que se desarrolla intenta que todos los contenidos teóricos aparezcan reflejados y que el uso de las T.I.C. sea variado (Tablas III y IV). La mayor parte de las actividades prácticas son experimentales pero se realizan también actividades de simulación y uso de herramientas informáticas y de resolución de problemas más convencionales (por ejemplo de genética o pirámides tróficas). Las prácticas de campo son realizadas conjuntamente por los alumnos de ambas asignaturas.

2.3. El proyecto del grupo 4

Como ya se ha comentado, se trata de un trabajo interdisciplinar y colectivo que desarrollan los alumnos de materias experimentales sobre un tema común. Puede optarse por diferentes estrategias de trabajo y presentación de los resultados. Debido al número de alumnos matriculados, hemos optado por formar un único grupo de trabajo con todos los de las asignaturas de Biología, Física y Química. Los resultados del estudio se muestran en forma de presentación de Power-Point. Este formato facilita tremendamente la entrega de la contribución de cada alumno porque sólo hay que agrupar las diapositivas y anotar la contribución de cada alumno al total.

Este tipo de investigaciones es muy formativa (KIRSCHNER, 1992) y se presta a la ejecución de trabajos de campo midiendo variables de naturaleza biológica, física y química respectivamente. También puede elegirse un proceso concreto y estudiarlo desde diferentes puntos de vista (Tabla V).

El proyecto del Grupo 4 es una herramienta formativa muy útil y desarrolla capacidades muy importantes en los alumnos. Por una parte la creatividad, a través del diseño de los experimentos adecuados seleccionando las variables pertinentes y la presentación de los resultados de una forma clara y llamativa. Por otra parte la colaboración, el trabajo en equipo cobra un papel protagonista en este proyecto. Se forman grupos de investigación autónomos en cada asignatura. Dentro de ellos los alumnos elaboran un esquema con los contenidos a investigar y se reparten las tareas. Finalmente la integración, estudiar un mismo fenómeno desde las ópticas de las diferentes ciencias experimentales permite una mejor relación y comprensión de conceptos.

Tabla III. Prácticas de la evaluación interna en Biología.

La columna T.I.C. concreta el uso en cada caso (1) registro de datos, (2) trazado de gráficas, (3) hoja de cálculo, (4) base de datos, (5) programas de simulación y elaboración de modelos.

- Practices of internal evaluation in Biology. The column T.I.C. concrete use in each case (1) recording of data, (2) graphing, (3) worksheet, (4) database, (5) programs for simulation and modeling.

DESCRIPCIÓN	TIC	TEMA	HORAS
Análisis estadístico con hojas de cálculo			2
Reconocimiento de glúcidos reductores			2
Estudio de los ecosistemas de la Laguna del Campillo			5
Estudio de cladogramas			2
Cultivo e identificación de protozoos ciliados			2
Identificación de tejidos animales		2,6,H	2
Identificación de tejidos vegetales		2,9	2
Estudio de la digestión del almidón	1,2	3,6	2
Estudio de propiedades físicas y químicas de los lípidos		3	2
El clima como factor abiótico	2,3,4	5	1
Estudio de cariotipos	5	2,4	1
Estudio biométrico de <i>Ligustrum vulgare</i>	2,3,4	1,5	2
Reconocimiento de prótidos		2,7	2
Estudio de biocenosis vegetales. Los índices de biodiversidad		1,5,9	2
Elaboración de presentaciones con Power-Point	2	F	2
Introducción al manejo de claves dicotómicas de identificación		9,F	2
Simulación de la obtención del ADN recombinante	5	7,10	1
Cruces de dihíbridos y de ligamiento de genes	5	10	1
Estudio de la transpiración en las plantas	1,2,3	1	2
Estimación de concentraciones mediante el colorímetro	1,2,3	1	2
Estudio de campo de los pisos de vegetación de la Comunidad de Madrid	4	5,9	5
Estudio de fenómenos osmóticos	2,3	2,3	2
Estimación de tamaños poblacionales		5	2
Interpretación de imágenes de microscopía electrónica		2,6	2
Estudio de factores que afectan a la germinación		9	3

Tabla IV. Prácticas de la evaluación interna Sistemas Ambientales y Sociedades. La columna T.I.C. concreta el uso en cada caso (1) registro de datos, (2) trazado de gráficas, (3) hoja de cálculo, (4) base de datos, (5) programas de simulación y elaboración de modelos.

- Practices of internal evaluation in Environmental Systems and Societies. The column T. I. C. concrete use in each case (1) recording of data, (2) graphing, (3) worksheet, (4) database, (5) programs for simulation and modeling.

DESCRIPCIÓN	TIC	TEMA	HORAS
Estudio de los ecosistemas de la Laguna de el Campillo		2	5
Identificación de organismos a través de claves		2	2
Construcción de clave de clasificación de aves de Europa		2	2
Estudio de biocenosis vegetales. Índice de biodiversidad		2,4	2
Estimación del tamaño de una población animal	1,2,3	2	2
Estudio de campo de los pisos de vegetación de la Comunidad de Madrid	4	2	5
Cálculo de biomasa vegetal y estimación de la producción primaria neta		2	2
Germinación de semillas sometidas a diferentes factores abióticos	1,2	2	6
Estudio de permeabilidad y textura de suelos	1,2	3	1
Determinación de pH y nutrientes de suelos	1,2	3	1,5
Estudio de parámetros físicos y químicos del agua (I y II)		5	2,5
Planificación sobre la calidad del agua de consumo humano	1,2	5	2
Simulación de efecto invernadero terrestre	1,2	6	2
Manejo de modelo informático de clima global	5	6	2

Tabla V. Ejemplos de proyectos del grupo 4 realizados en el I.E.S. Maestro Matías Bravo y contribución de las diferentes asignaturas experimentales.

- Examples of projects of the group 4 made in the I.E.S. Maestro Matias Bravo and contribution of the different experimental subjects.

	TEMAS DE INVESTIGACIÓN		
	BIOLOGÍA	FÍSICA	QUÍMICA
I. ESTUDIOS DE CAMPO			
1. Estudio ecológico del Soto de Bayona (Titulcia)	- Comunidades vegetales y aves	- Presión atmosférica y teledetección	- Análisis químico de aguas fluviales
II. ESTUDIO DE PROCESOS			
2. La fotosíntesis	- Factores que modifican la tasa fotosintética	- El espectro luminoso	- Los pigmentos fotosintéticos
3. Modificación de la atmósfera	- Producción de CO ₂ en los incendios forestales	- Contaminantes físicos	- Contaminantes químicos

2.4 La monografía

Este trabajo lo realizan todos los alumnos eligiendo sólo una de las asignaturas que cursan y se realiza a lo largo de los dos cursos de bachillerato. GAOS & LEJAVITZER (2002) y CALDERÓN (2005) proponen una guía para la realización de este tipo de trabajos dirigida a alumnos de secundaria. De forma ideal, la elección y planificación de la investigación se lleva a cabo durante los dos últimos trimestres del primer curso. El grueso de la fase de recopilación de datos tanto bibliográfica como experimental se realiza durante el verano o el inicio del 2º curso. La corrección y depuración del manuscrito con los resultados se hace durante el primer trimestre del segundo curso. El informe final no puede exceder de 4000 palabras excluidos portada, índice, resumen, pies de foto y bibliografía. Se puede adjuntar otra información en anexos.

El trabajo de la monografía debe ser original y tiene que enfocarse desde una perspectiva biológica o medioambiental (lo relevante serán los seres vivos, no los aspectos químicos o físicos). Dadas las limitaciones que un trabajo de este tipo tiene para los alumnos y los centros de Educación Secundaria, el tema debe concretarse mucho para que las conclusiones y el desarrollo experimental sean viables.

Algunos de estos trabajos han sido presentados en certámenes de ámbito nacional para alumnos de bachillerato o primeros cursos de facultad (Anexo I y Fig. 3) que en ocasiones publican en revistas específicas una versión abreviada de las ponencias (CANO BARBACIL, 2011; GARCÍA RODRIGUEZ, 2011). También han llegado a revistas más especializadas (MARTÍN-BLANCO, en prensa) las experiencias pedagógicas de algunas de estas monografías.

Sirva como indicador de lo que se puede hacer los títulos de las monografías que hemos tutelado:

- Estudio de las comunidades de aves en tres localidades de Valdemoro (Madrid – España).



Figura 3. Las monografías ofrecen a los alumnos a presentar sus trabajos de investigación en distintos certámenes nacionales. Esta faceta enriquece notablemente la formación personal de los alumnos. Entre estas iniciativas nuestros alumnos han participado en el XIV Premio Don Bosco y en el Impulso a la Investigación en Jóvenes (IMINJO), ambos celebrados en 2011.

- The monographs offer students to present their research work in various national competitions. This facet greatly enriches the personal formation of the students. Among these initiatives our students have participated in the XIV Prize Don Bosco and in the Impulse to Research in Young People (IMINJO), both held in 2011.

- Estudio de los cerros yesíferos de la laguna de San Juan en Chinchón (Madrid – España).
- Estudio de las adaptaciones fisiológicas de algunas especies del Parque Natural de las Bolitas del Airón en Valdemoro (Madrid – España).
- Estudio de los factores determinantes en la distribución y selección de hábitat del Mirlo común, la Paloma torcaz y la Urraca en la localidad de Valdemoro (Madrid – España).
- Contribución al catálogo de aves de Valdemoro.
- Estudio comparativo por edades y sexos de los hábitos alimenticios estivales de los adultos en la localidad de Valdemoro.
- Estudio de las comunidades de protozoos ciliados en la E.D.A.R. (Estación de Depuración de Aguas Residuales) “Rejas” Madrid, España.
- La huella ecológica del IES Maestro Matías

Bravo de Valdemoro.

- Estudio de la plasticidad ecológica de *Erodium ciconium* en Valdemoro (Madrid).
- Taxonomía de las Reseda en los cerros de la laguna de Ontígola.
- Estudio comparativo del proceso biotecnológico de la elaboración de vino, realizado mediante fermentación espontánea y por dos cepas de levaduras seleccionadas (Lámina II).

3. CONCLUSIONES

El Programa del Diploma del Bachillerato Internacional tiene una implantación dispar entre las principales naciones del mundo. Pese a ello su impacto mundial es innegable. Lo más novedoso de su currículo no son los contenidos sino su metodología que busca desarrollar la madurez intelectual del alumno y dotarle de un papel primordial en la construcción de los conocimientos. En este sentido las actividades prácticas de laboratorio y de campo (Tabla II) cobran una importancia inusitada. Las capacidades de los alumnos no suponen una limitación para poder ofrecer un abanico realmente amplio de temas de investigación individual (Tablas III y IV) o colectiva (Tabla V).

La Comunidad Autónoma de Madrid ha puesto en marcha durante este curso (2011-12) con carácter experimental el llamado *Bachillerato de Excelencia*, para “*aquellos alumnos de Bachillerato que tengan o muestren especial motivación y capacidad para profundizar en el conocimiento científico, humanístico y tecnológico, así como en los métodos que le son propios*”. Creemos que estas palabras son un fiel retrato de nuestros alumnos y del Bachillerato Internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- BERG, C.A.R., V.C.B. BERGND AHL, B.K.S. LUNDBERG & L.A.E. TIBELL. 2003. Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the nature experiment. *International Journal of Science Education*, **25**(3): 351-372
- BROWN, J.S. 1989. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, **1**(1): 32-42.
- CALDERÓN, G. 2005. *Aprender a investigar investigando*. Universidad Nacional de Colombia. Editorial Zapata. Manizales.
- CALVO, P., R. PÉREZ & C. VALCÁRCEL. 2008. La utilización de mapas conceptuales como herramienta de trabajo interdisciplinar. *Memorias Real Sociedad Española Historia Natural*, 2ª época, **5**: 293-306.
- CANO BARBACIL, C. 2011. Aproximación al catálogo de aves de Valdemoro. *II Encuentro de Impulso a la investigación en jóvenes*, **2**: 105-110.
- COLL, C., E. MARTÍN, T. MAURI, M. MIRAS, J. ONRUBIA, I. SOLÉ & A. ZABALA. 2007. *El constructivismo en el aula*. 18ª ed. Editorial Graó. Barcelona.
- DRAKE, B. 2004. Internacional education and I.B.

- programmes: worldwide expansion and potencial cultural dissonance. *Journal of Research in International Education*, **3**(2): 189-205.
- GAOS, A. & A. LEJAVITZER. 2002. *Aprender a investigar. Cómo elaborar trabajos escolares y tesis*. Santillana. México.
- GARCÍA HERRERO, J.N. 2008. La didáctica en la clase de ciencias. *Memorias Real Sociedad Española Historia Natural*, 2ª época, **5**: 307-319.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, D. 2011. Estudio de las adaptaciones fisiológicas de algunas especies del Parque Natural "Bolitas del Airón" en Valdemoro (Madrid). *II Encuentro de Impulso a la investigación en jóvenes*, **2**: 35-41.
- GIUSEPPIN, M. 1996. Place et rôle des activités expérimentales en sciences physiques. *Didaskalia*, **9**: 107-118.
- KIRSCHNER, P.A. 1992. Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science & Education*, **1**: 273-299.
- LÓPEZ SANCHO, J.M. 2003. *La naturaleza del conocimiento. Clave para entender el proceso de aprendizaje*. Colección Ciudad de las Ciencias. Serie Educadores nº 4. Editorial CCS. Madrid.
- MARTÍN-BLANCO, C.J. (*en prensa*). El análisis estadístico en la ecología vegetal. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa*.
- NEDELSKY, L. 1958. Introductory physics laboratory. *American Journal of Physics*, **26**(2): 51-59.
- NOVAK, J.D. & D.B. GOWIN. 1999. *Aprendiendo a aprender*. Editorial Martínez Roca. Barcelona.
- ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL. 2007. *Programa del Diploma. Guía de Biología*. Cardiff.
- TAMIR, P. 1989. Training teachers to teach effectively in the laboratory instruction. *Science Education*, **73**(1): 59-69.
- TRUMPER, R. 2003. The physics laboratory – a historical overview and future perspectives. *Science & Education*, **12**: 645-670.
- WALTER, G. Ed. 2011. *The changing face in international education: challenges for the I.B. Internacional Baccalaureate*. Cardiff.
- WOOLNOUGH, B. & T. ALLSOP. 1985. *Practical work in science*. Cambridge Science Education Series. Cambridge University Press.



Tiempo... (±1·s)	Presión-1..... (±0,1·mBar)	Presión-2..... (±0,1·mBar)	Temperatura-1..... (±0,1°C)	Temperatura-2..... (±0,1°C)
0h	950,4h	946,8h	23,2h	23,8h
10h	949,7h	946,8h	23,2h	23,8h
20h	949,2h	946,8h	23,1h	23,8h
30h	948,5h	946,9h	23,0h	23,9h
40h	947,5h	946,9h	23,0h	24,0h
50h	946,8h	946,8h	23,0h	24,1h
60h	946,2h	946,7h	23,0h	24,2h
70h	945,1h	946,7h	23,0h	24,1h
80h	944,5h	946,6h	23,0h	24,2h
90h	943,7h	946,7h	23,0h	24,2h
100h	942,6h	946,5h	22,9h	24,9h

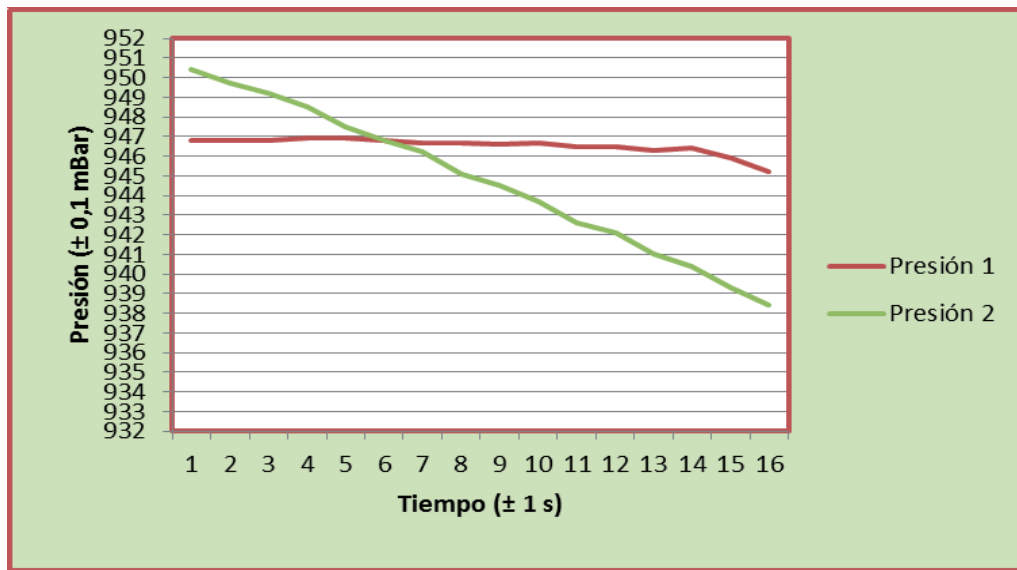


LÁMINA /PLATE I.

Figura 1. Dispositivo experimental para estimar la transpiración estomática a partir de la presión de succión medida en un tallo.

Figura 2. Tabla de datos en bruto.

Figura 3. Gráfica que ilustra la variación de presión en dos condiciones experimentales diferentes.

- Figure 1. experimental device for estimating estomatic transpiration from the suction pressure measured on a stem.

Figure 2. Table of raw data.

Figure 3. Graph that illustrates the variation of pressure in two different experimental conditions.



LÁMINA /PLATE II.

Figura 1. Tanque de fermentación de vino utilizado en una de las monografías dirigidas en el centro.

Figura 2. Montaje para la determinación de la tasa de transpiración de plantas mediante un sensor digital de presión.

- Figure 1. Tank fermentation of wine used in one of the monographs aimed at the center.

Figure 2. Mount for the determination of the rate of transpiration from vascular plants using a digital pressure sensor.

ANEXO /ANNEXE I. Algunas de las diapositivas de un proyecto del grupo 4 sobre la fotosíntesis. En la presentación se integran las aportaciones de los alumnos de cada una de las asignaturas. En algunos casos (dependiendo de las optativas que se cursen), los alumnos participan en distintos enfoques enriqueciendo su formación.
 - Some of the slides of the group 4 project on photosynthesis. In the presentation will integrate the contributions of the students in each one of the subjects. In some cases (depending on the electives that are forwarded), students take part in different approaches enriching their training.

LA FOTOSÍNTESIS

Estudio experimental de la captación y uso de la luz solar por las plantas

1

OBJETIVOS

- Estudiar la luz desde el punto de vista físico (¿Qué se capta en la fotosíntesis?)
- Conocer los pigmentos fotosintéticos presentes en los vegetales (¿Cómo se capta la luz?)
- Estudiar qué factores influyen en la fotosíntesis de los vegetales (¿Cómo funciona la fotosíntesis?)

2

EL ESTUDIO DE LA LUZ

- Hallar la relación entre distancia, del foco de luz al receptor, e iluminancia.
- Comparar focos de distinta naturaleza, p.ej.: láser de luz roja, bombilla de wolframio o luz violeta, y sacar conclusiones.



3

ILUMINANCIA

La iluminancia depende de la distancia del foco al objeto iluminado. La relación se conoce por la ley inversa de los cuadrados que relaciona la intensidad luminosa y la distancia a la fuente.

Esta ley sólo es válida si la dirección del rayo de luz incidente es perpendicular a la superficie.



4

En el caso de que el rayo de luz incidente no sea perpendicular hay que descomponer la iluminancia en una componente horizontal y otra vertical a la superficie.



$$E_H = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

$$E_V = \frac{I \sin \alpha}{d^2} = E_H \tan \alpha$$

5

Unidades

Flujo luminoso - Lumen

Se define el flujo luminoso como la potencia en Watios emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su unidad es el lumen (lm). La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía y tiene el valor: 1 watt-luz a 555 nm = 683 lm (555 nanómetros, es la longitud de onda a la que corresponde el verde de la luz visible)



6

Lux

El lux, símbolo lx, es la Unidad derivada del SI de iluminancia o nivel de iluminación. Es igual a un lumen por m².

Algunos datos curiosos:

- La luz solar ilumina entre 32.000 y 100.000 luxes en la Tierra.
- Un estudio de TV está iluminado con alrededor de 1.000 luxes.
- Una oficina luminosa está iluminada con alrededor de 400 luxes.
- La luz de la luna, ilumina alrededor de 1 lux en la Tierra.
- Luz de las estrellas ilumina con 0,00005 lux a la Tierra.



7

SENSOR

Para realizar las mediciones utilizamos un sensor de luz, de la marca PASCO, cuyas características son las siguientes:



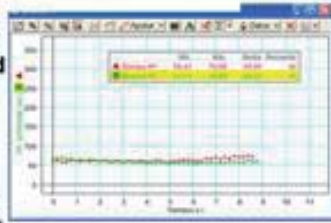
Sensor Specifications	
Sensor Range	0.0000 to 100000.0000
Resolution	0.000001
Accuracy	±0.5% or better at intermediate range
Max Sample Rate	1000/s
Default Sample Rate	1/s
Operating Temperature	0-50°C

Tiene tres posiciones de medición (baja, media y alta) y se puede regular el número de mediciones por segundo.

8

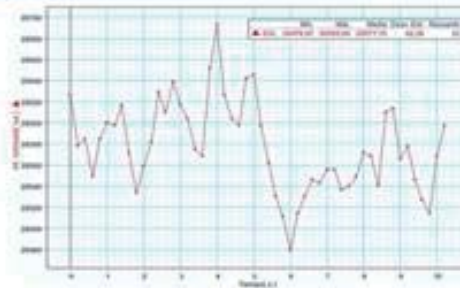
Medida de la luminosidad de un fluorescente

Una de las medidas que se pueden realizar es la de la luminosidad de un fluorescente, en este caso a una distancia de 1m.
La gráfica de la medición y los valores medios obtenidos son:



9 Las medidas indican que la luminosidad es media es 60 lux.

LUMINOSIDAD SOLAR DIRECTA



10 Las medidas realizadas nos dan una luminosidad de más de 20.000 lux.

Luminosidad y distancia

La relación que existe entre la intensidad luminosa y la distancia sigue la expresión:

$$I = E / 4\pi r^2$$

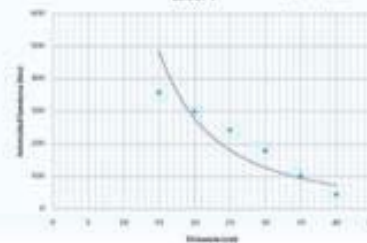
En la que E es la iluminancia.

Para comprobarlo experimentalmente hemos tomado medidas de la luminosidad que recibe un sensor a distintas distancias de una fuente. En este caso, de

11 dos láseres distintos

Láser 1:

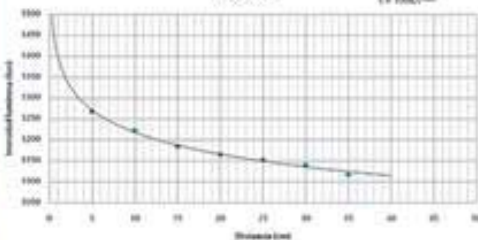
$\lambda = 635\text{nm}$ $P = 3\text{W}$ $I = 300\text{mA}$



12

Láser 2:

$\lambda = 650\text{nm}$ $P = 5\text{mW}$



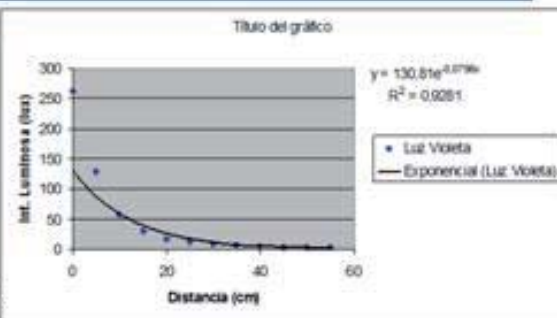
13

Resultados

Como podemos comprobar con los valores de las gráficas, el láser 1 concuerda perfectamente con la relación entre luminosidad y distancia ya citada ($I = E / 4\pi r^2$), mientras que, el

14 láser 2 no lo hace.

Ensayo con luz violeta (I)



15

Ensayo con luz violeta (II)

Cómo se puede observar en la gráfica la luz violeta no tiene una iluminancia muy grande incluso a una distancia pequeña del sensor de luz.
En cambio sí que está muy bien definida la curva de la proporción inversa entre distancia, foco-sensor, e iluminancia.



16



Conclusiones

Cómo se puede deducir de la gráfica, la relación entre la iluminancia (lux) y la distancia (cm.) del foco luminoso al receptor es inversamente proporcional.

A una mayor distancia, la potencia luminosa percibida (lumen) entre la superficie del receptor es menor. Es decir, a más distancia, menor iluminancia.

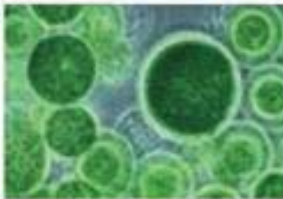
19
$$\text{Iluminancia (lux)} = x / \text{distancia foco-receptor (m)}$$

PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS

20

BACTERIOCLOROFLA

- Las bacterioclorofilas son unos pigmentos fotosintéticos que se encuentran en varias bacterias fotótrofas.



Realizan la fotosíntesis pero no producen oxígeno.

21

CLOROFILA



- Las clorofilas son una familia de pigmentos que se encuentran en las Cyanobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células: plantas y diversos grupos de protistas (algas).
- 22

FICOBILINA



- Están presentes en Cyanobacterias y en ciertas algas que capturan energía lumínica que será luego pasada a la

23 clorofila durante la fotosíntesis.

XANTOFILA

- Las xantófilas se encuentran en muchas plantas, son compuestos pigmentados y presentan también acción fotosintética.



Estos pigmentos, más resistentes a la oxidación que las clorofilas, proporcionan sus tonos amarillentos y parduzcos a las hojas secas.

24

Hipótesis de trabajo

- A continuación esperamos separar los pigmentos fotosintéticos en las espinacas y en la lombarda.
- Vamos a hacer una disolución de etanol con estos vegetales.
- Posteriormente expondremos papel de filtro a esta disolución, obteniendo así las

25 cromatografías y, por tanto el pigmento buscado.

Materiales

- Espinacas y lombarda
- Etanol
- Tijeras
- Mortero
- Vaso de precipitados
- Papel de filtro
- 26 • Pipetas



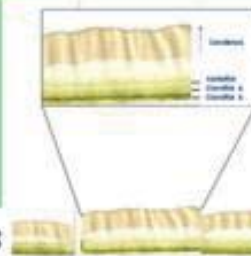
Preparación

- Trituración de las espinacas y de la lombarda para obtener los distintos pigmentos de cada una
- Mezcla con etanol para la realización de las cromatografías.
- Por último, estos pigmentos extraídos son recogidos en el papel de filtro para su análisis, pues, debido a la diferencia de polaridad, éstos se separan en el papel de filtro.

27



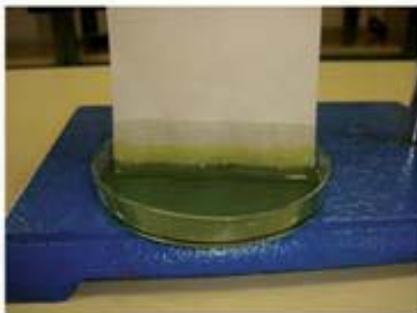
ANÁLISIS DE LA CROMATOGRÍA DE LA ESPINACA



28

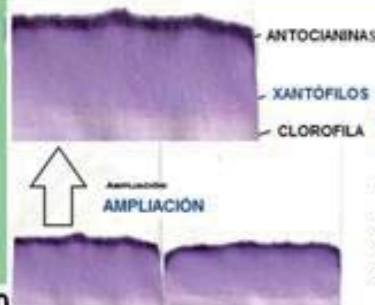
- PIGMENTOS EN LA ESPINACA:
- 1. Carotenos
- 2. Xantófila
- 3. Clorofila a
- 4. Clorofila b

Cromatografía de espinaca



29

Cromatografía de la lombarda



30

- Pigmentos de la lombarda:
- 1. Clorofila
- 2. Xantófilos
- 3. Antocianinas