

# Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica

Colección: Aulas de Verano  
Serie: **Ciencias**



Colección: Aulas de Verano  
Serie: Ciencias



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN  
Y FORMACIÓN PROFESIONAL  
Instituto de Formación del Profesorado,  
Investigación e Innovación Educativa (IFIIIE)

Edita:  
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA  
Subdirección General de Documentación y  
Publicaciones

Catálogo de publicaciones del Ministerio:  
[educacion.gob.es](http://educacion.gob.es)  
Catálogo general de publicaciones oficiales:  
[publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)

Fecha de edición: 2011  
NIPO 820-11-507-2  
ISBN 978-84-369-5215-5  
Depósito Legal: M-49828-2011  
Imprime: OMAGRAF S.L.

**Dirección editorial de la obra** *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica*: MARÍA DEL PILAR JIMÉNEZ ALEIXANDRE

**Coordinación**: LUIS FERNÁNDEZ LÓPEZ

**Autores:**

**David BRUSI BELMONTE**

Profesor titular. Especialidad: Geodinámica externa. Universidad de Girona.

**Ramón CID MANZANO**

Catedrático de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES de Sar, Santiago de Compostela (A Coruña).

**Luis FERNÁNDEZ LÓPEZ**

Profesor de educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Carlos Casares, Viana do Bolo (Ourense).

**Juan Ramón GALLÁSTEGUI OTERO**

Catedrático de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES As Barxas, Moaña (Pontevedra).

**María Pilar JIMÉNEZ ALEIXANDRE**

Catedrática de universidad. Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

**Conxita MÁRQUEZ BARGALLÓ**

Profesora titular. Especialidad: Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona.

**Begoña OLIVERAS PRAT**

Profesora de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES Menéndez y Pelayo, Barcelona

**José Luis OLMO RÍQUEZ**

Profesor de educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Guadiana, Villarubia de los ojos (Ciudad Real)

**David SABIN JEREZ**

Profesor de Educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Lazarillo de Tormes, Escalona (Toledo)

**Neus SANMARTÍ PUIG**

Catedrática emérita. Especialidad: Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona

**Jordi SOLBES MATARREDONA**

Profesor Titular. Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia

**Nuria SOLSONA I PAIRÓ**

Departamento de Educación. Generalitat de Catalunya

# Índice

## Presentación

*Argumentar y usar pruebas en clase de ciencias*

**María Pilar Jiménez Aleixandre**

*Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas*

**Luís Fernández López**

*¿Cómo promover el desarrollo de la competencia científica?*

**Conxita Márquez Bargalló**

*Leer críticamente las ideas y pruebas que aportan los artículos periodísticos*

**Neus Sanmartí Puig y Begoña Oliveras**

*La indagación en el laboratorio*

**Juan Ramón Gallástegui Otero**

*Indagación sobre la visión*

**Jordi Solbes Matarredonda**

*Una educación química que promueva el interés de chicas y chicos*

**Nuria Solsona i Pairó**

*La física contemporánea y los experimentos del CERN en la ESO*

**Ramón Cid Manzano**

*Volcanes de película: el uso didáctico del cine en la enseñanza de la geología*

**David Brusi Belmonte**

## MATERIAL COMPLEMENTARIO

*El nacimiento de un blog "serendípico"*

**David Sabín Jerez y José Luís Olmo Ríquez**

Ediciones del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa

---

## PRESENTACIÓN

Esta publicación comprende un conjunto de propuestas de profesorado de educación secundaria y universidad, con el objetivo de ayudar a aproximarnos a la indagación en el aula y, desde la práctica, valorar de qué modo diferentes estrategias educativas favorecen el desarrollo de las competencias científicas. Se dirige principalmente a profesorado de ciencias de secundaria, aunque también puede ser útil para docentes de otros niveles. Combinando una aproximación teórica a la argumentación, la indagación y las prácticas científicas, con propuestas experimentadas para el aula, pretende aportar ideas y recursos que los profesores y profesoras puedan llevar a sus clases.

La publicación recoge las ponencias del curso *Indagación en el aula y competencias científicas*, que tuvo lugar en la sede de la UNED de Ávila entre el 5 y 9 de julio de 2010, en el contexto de los cursos de verano para el profesorado del *Ministerio de Educación*.

Las competencias científicas, en el contexto de las competencias básicas, son un elemento clave en los nuevos currículos que han sido desarrollados tras la aprobación de la *Ley Orgánica de Educación*. Como punto de partida es necesario caracterizar lo que entendemos por competencias científicas y conceptos que pueden ser útiles para desarrollarlas, como indagación, argumentación, uso de pruebas o prácticas científicas.

Y, ¿cómo llevar esto al día a día de nuestras clases de Biología, Geología, Química o Física? En este trabajo se ofrecen varias experiencias con este objetivo. Por ejemplo: el uso de modelos, las prácticas de química desde la cocina, la lectura crítica de textos científicos de la prensa, los proyectos de investigación pensados, desarrollados y comunicados por el alumnado, las prácticas de óptica, el uso del cine, el conocimientos de las

---

experiencias realizadas en el CERN, el uso del laboratorio para favorecer la capacidad argumentativa o el uso crítico de las falsedades de las pseudociencias son ejemplos concretos que ofrecemos para trabajar y mejorar las competencias científicas del alumnado.

En definitiva se pretende poner al alcance de las y los docentes herramientas teóricas y prácticas que les puedan ayudar a innovar y a mejorar la enseñanza de las ciencias.

# La física contemporánea y los experimentos del CERN en la ESO

Ramón Cid Manzano

## Índice

### Introducción

1. El LHC – CERN
2. Justificación teórica de la estrategia
3. Objetivos de la acción
4. Metodología en el aula: aspectos generales
5. Criterios de evaluación
6. Posibilidades de generalización del trabajo a otros niveles y contextos educativos
7. Otros aspectos a destacar del trabajo presentado

### Referencias

## INTRODUCCIÓN

A finales de 2009 entró definitivamente en funcionamiento la máquina más grande que la humanidad ha construido: Large Hadrón Collider (LHC) –Gran Colisionador de Hadrones– para revelar algunos de los secretos más importantes que esconde el universo, constituyendo el mayor experimento científico de la historia.

En marzo de 2010 los protones fueron acelerados en el LHC hasta 3,5 TeV superando así su propio record en energía meses atrás, y dejando lejos el registro del Tevatron de Chicago que ostentó el record con 0,98 TeV durante la última década.

Es posible que estos números no impresionen a muchos docentes de secundaria e incluso no digan nada a otros muchos. Sin embargo, la trascendencia de este logro es de tal magnitud que no puede quedar al margen en un centro educativo de secundaria. Estamos hablando del mayor desafío científico y tecnológico de la historia de la humanidad.

A pesar de la enorme disponibilidad de información sobre el LHC, no es fácil encontrar materiales específicos destinados al alumnado y profesorado en los niveles de secundaria, y aún menos una aproximación a los cálculos que los puedan acercar a este experimento.

Básicamente, el propósito de esta intervención es presentar este experimento, y el CERN como institución en general, orientado a su introducción en el aula de secundaria, a fin de resaltar las implicaciones didácticas de la utilización de este recurso en los procesos de enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos, tanto en Secundaria como en Bachillerato. Además de las consecuencias directas en la adquisición de la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, aparece la contribución a la mejora en la familiarización con el trabajo científico para el tratamiento de situaciones de interés y con su carácter tentativo y creativo. Una tercera dimensión no menos importante tiene que ver con el objetivo de que los alumnos y alumnas conozcan y valoren de forma crítica la contribución de la ciencia y de la tecnología al cambio de las condiciones de vida, y la significativa aportación que desde grupos de investigación española se está haciendo a este trascendental experimento.

Es importante señalar que aunque nuestro propósito se centra en las acciones relacionadas con la enseñanza de conceptos científicos, las implicaciones que sobre todo tiene en el campo de los contenidos actitudinales –mujer y ciencia, colaboración internacional, ciencia española, nuevas tecnologías, lenguas extranjeras, identidad europea– hacen que se pueda extender su utilidad a otras áreas del currículum de la secundaria.



Al final de este artículo se presentan referencias de algunos de los artículos publicados en los que se presentan estrategias para llevar diferentes contenidos científicos al aula usando el experimento LHC como recurso. Además, el profesorado interesado puede encontrar otras informaciones, recursos, libros y materiales de ayuda.

## 1. EL LHC – CERN

The European Organization for Nuclear Research (originalmente Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), comúnmente conocido como CERN, es el más grande laboratorio de Física de partículas del mundo, y está situado en Ginebra en la frontera entre Francia y Suiza.

El acuerdo que estableció el nacimiento del CERN fue firmado el 29 de septiembre de 1954. De los iniciales doce firmantes de este acuerdo, el número ha crecido hasta los actuales veinte estados miembros.

Su principal función es proporcionar su complejo de aceleradores y otras infraestructuras para la investigación en la Física de Altas Energías. Numerosos experimentos han sido llevados a cabo en el CERN a través de colaboraciones internacionales.

En el CERN trabajan diariamente unas 2600 personas. Además, alrededor de unos 8000 científicos e ingenieros (pertenecientes a unas 500 instituciones y 80 nacionalidades) están relacionados con los experimentos operados en el CERN.

**LHC** (Large Hadron Collider) es el más potente de los aceleradores de partículas del mundo y está ubicado en el CERN bajo la frontera franco-suiza.

### **L A R G E (Gran):**

El tamaño de esta máquina con una circunferencia de 27 km, y situado a unos 100 m bajo tierra, la convierte en el dispositivo más grande de todos los construidos por la humanidad.

### **H A D R O N:**

En el LHC se aceleran dos haces de partículas del mismo tipo en sentido contrario que pertenecen a lo que los físicos llaman hadrones. Ejemplos de hadrones son los protones y los neutrones.

### **C O L L I D E R (Colisionador):**

Un colisionador es una máquina en la que haces de partículas circulando en sentidos contrarios chocan a gran energía, lo que da lugar a nuevas partículas que serán estudiadas en cuatro gigantescos detectores.

## **2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA ESTRATEGIA**

La enseñanza de la ciencia en general, y la física en particular, en la secundaria se encuentra en la mayoría de los casos limitada al estudio de los conceptos clásicos, sin abordar los avances y descubrimientos más actuales.

Repasando las temáticas presentes en el currículum de Física podemos observar que el mayor peso recae en el período anterior al siglo XIX (Galileo, Newton, Boyle...) y muy tímidamente aparecen ciertas contribuciones del siglo XX, básicamente relacionadas con los modelos atómicos (Thomson, Planck, Rutherford y Bohr).

Estamos pues hablando de hechos y logros situados muy lejos en el tiempo, lo que es de especial incidencia negativa para los adolescentes (para ellos lo que ocurrió antes de su nacimiento es “prehistoria”). Si además la presentación de la materia va acompañada de los tradicionales ejemplos y problemas descontextualizados, podemos decir que quedamos detenidos en el tiempo y los estudiantes quedarán atónitos ante las imágenes televisivas o noticias periodísticas relacionadas con la ciencia contemporánea y que apenas son mencionadas en el aula.

Un profesor o profesora del ámbito científico debe ser consciente de dónde se dirige la investigación de su área de conocimiento para poder poner en contacto a su alumnado con las perspectivas del desarrollo de la ciencia actual. Tiene, por tanto, la obligación de llevar al aula los avances y acontecimientos más actuales. Varios estudios (Solves *et ál.*, 2007) ponen de manifiesto que existe un gran desinterés del alumnado hacia los estudios científicos. La enseñanza usual de la ciencia es la responsable, junto con la imagen y valoración negativa de la misma y el tema de género, de la disminución del número de alumnos y alumnas que cursan el secundario científico, también las materias científicas optativas y, en particular, que un gran porcentaje de alumnas abandonen la Física.

La enseñanza habitual de la ciencia no tiene en cuenta todo esto y se centra en los aspectos más conceptuales y propedéuticos ignorando otros que, según la investigación en didáctica (Caamaño, 2010), conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés por las ciencias con un tratamiento más experimental, más contextualizado, que muestre sus contribuciones para resolver problemas reales y responda a preguntas fundamentales.

Además, la existencia de una valoración social escasa de la ciencia da lugar a que los estudiantes tengan una imagen negativa de la misma (poco interesante, difícil, aburrida, solo apta para genios...) y, sobre todo, en el

caso de la Física, de sus repercusiones peligrosa para la sociedad y el medio ambiente ya que las asocian con contaminación, armamento, energía nuclear... A esto hay que sumarle que la presencia de mujeres científicas a lo largo de la historia, aunque existente, fue escasa, y aunque en la actualidad esta desigualdad numérica se está corrigiendo, sigue habiendo problemas de visibilidad de las contribuciones de las mujeres al campo de la ciencia. El resultado es la existencia de una huida progresiva por parte de los alumnos y, sobre todo de las alumnas, de los estudios de ciencias a nivel general y de los de Física en particular (Gil y otros, 2005).

Por todo el anterior, cobra más importancia la utilización de un recurso de estas características. Con esta actuación se pretende que el profesorado se implique en el conocimiento y en la docencia de una parte de la física tan importante y actual, consiguiendo además que los alumnos y alumnas relacionen la ciencia que se enseña en el aula con la que hacen los científicos y científicas hoy en día.

### 3. OBJETIVOS DE LA ACCIÓN

La pretensión fundamental de las actividades llevadas a cabo es profundizar en la formación científica a través de lograr una mayor familiarización del alumnado con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica de este enorme experimento.

Se quiere así contribuir de forma importante a desarrollar todas las competencias, pero de forma más específica la competencia en indagación, la competencia en el análisis y la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia, y la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Por otra parte se quiere ayudar de forma significativa al aprendizaje de los principales conceptos, modelos, leyes y teorías de la física, así como las estrategias empleadas en su construcción.

Los objetivos específicos inherentes al uso de este recurso son los siguientes:

- Dar a conocer uno de los ejemplos más paradigmáticos de colaboración internacional entre países de todo el mundo, apareciendo la dimensión europea y la presencia de mujeres científicas como dos de los grandes valores presentes.
- Ayudar a que alumnado y profesorado adquieran una mayor competencia científica, motivándolos para que se interesen a partir de esta colaboración internacional por otras muchas que desarrollan otros tópicos científicos también de gran importancia, como nanotecnología, superconductividad, astrofísica, proyecto ITER, etc.
- Colaborar en el logro de un aprendizaje significativo de los contenidos conceptuales, pero también actitudinales, de las materias de secundaria donde este recurso puede ser directamente utilizado.
- Presentar uno de los retos científicos más importantes de la humanidad en todos los tiempos, como resultado de la implicación de miles de personas que se han preparado de forma intensa para ello.
- Proporcionar a los profesores y profesoras un recurso de gran impacto para ser llevado al aula de ciencias en cualquiera de los niveles de secundaria, promoviendo estrategias de actualización, en un ámbito tan cambiante como es el de la ciencia y la tecnología, lo cual permite mejorar su calidad didáctica.

- Desarrollar actitudes de valoración del esfuerzo individual y colectivo (cultura del esfuerzo como estrategia imprescindible para el progreso científico y social).
- Aproximar la ciencia al entorno próximo del alumno y alumna, a través del conocimiento del trabajo de científicos y científicas “con nombres y apellidos” pertenecientes a instituciones cercanas a ellos.
- Despertar en el alumnado una motivación e interés hacia lo desconocido, de forma que se eliminen en muchos casos ciertos prejuicios sobre la imposibilidad de acercarse a determinados contenidos científicos inicialmente muy complejos.
- Familiarizarse con algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia y el uso de los procedimientos más comunes que se utilizan para abordar su conocimiento, desarrollando actitudes de antidogmatismo y de fomento de la argumentación razonada como base de las discusiones, que son estrategias inherentes al trabajo científico.
- Reconocer la estrecha relación entre el desarrollo científico y el tecnológico, siendo este tipo de actividades de muy alto nivel y complejidad y un motor decisivo para la creación de sociedades más justas.
- Mejorar la competencia lectora del alumnado a través del manejo de artículos de divulgación, documentos de prensa y libros de divulgación científica relacionados con este experimento.
- Utilizar este tópico como eje conductor de una correcta aproximación a las TIC en un acercamiento razonable y crítico a la sociedad de la información.

## 4. METODOLOGÍA EN EL AULA: ASPECTOS GENERALES

Al tratarse de la utilización de un recurso de tal envergadura son muy diversos los contenidos que pueden ser objeto de aproximación. Además, al ser el protagonista de esta actividad, por una parte, un alumnado muy diferente –desde primer ciclo de la ESO hasta 2º Bachillerato– y, por otra, profesorado de diversas áreas científicas y tecnológicas, se hace necesaria una metodología muy variada.

Destacamos las siguientes estrategias metodológicas generales:

- a) La estrategia metodológica general ha consistido en utilizar las herramientas habituales para llevar los *contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales* al aula, pero *introduciendo de forma específica* los que se relacionan con el LHC y el CERN, de forma que las actividades se contextualizan en un marco de referencia que excita su interés y que resulta muy estimulante a la hora de abordar esos contenidos.

Se presentan en el Anexo la *concreción realizada para los contenidos en la Etapa de la ESO*, y las correspondientes al curso de Ciencias para el mundo contemporáneo, Física y Química de 1º de Bachillerato, y Física de 2º de Bachillerato.

- b) Son de especial interés los contenidos de carácter actitudinal, insistiendo en la dimensión internacional, la presencia de mujeres científicas en este experimento y los grandes resultados tecnológicos que desde el CERN se obtienen. De forma muy especial se intenta que asuman con naturalidad los beneficios de la cultura del esfuerzo, de las actitudes responsables y de cooperación. Ayudamos así a mejorar su dimensión social y ciudadana.

- c) Podemos acercar inicialmente el LHC y el CERN a través de charlas periódicas –en sesiones normales de aula– con gran apoyo visual (fotos, dibujos, esquemas, infografías, etc.), adaptando la información presentada a los contenidos que son propios de cada nivel.
- d) Otro apoyo de gran eficacia didáctica es el que nos proporcionan las simulaciones. Dado su diseño especialmente orientado a las edades de nuestros alumnos, constituye un tipo de herramienta que puede ser utilizada por el alumnado en sus casas, dada la creciente presencia de Internet en la mayoría de los hogares de nuestros alumnos y alumnas.
- e) Todas estas acciones se deben desarrollar de forma coordinada en relación a la secuenciación de los contenidos correspondientes, como se recoge en la tabla del Anexo. Pero dado que el LHC es un “experimento vivo” será preciso realizar incursiones curriculares siempre que se produzcan noticias de interés en este campo.
- f) De forma eventual se puede usar el aula de informática para que en sesiones específicas visiten sitios web preestablecidos que les puedan proporcionar una información cualitativa suplementaria. Son de especial utilidad los blogs y WebQuest destinadas a divulgar y facilitar información sobre el CERN y el LHC. De esta forma estamos orientando su competencia digital en una dirección más apropiada y correcta.
- g) La búsqueda de información sobre este experimento en revistas de divulgación científica, páginas web y noticias de la prensa diaria, permite un uso contextualizado de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), ayudando a que sean capaces de seleccionar adecuadamente los contenidos de interés. En particular, son de gran interés pedagógico los gráficos que sobre el LHC-CERN se han publicado en medios de prensa online (El País, El Mundo, ABC, etc.). Esta contextualización promueve la asunción de prácticas de uso crítico y responsable en el tratamiento de la información.



- h) Se puede complementar la estrategia con la participación en concursos escolares de relatos cortos, cómics, ensayos, noticias, colaboraciones resumidas, etc., teniendo el LHC y el CERN como centro de interés.
- i) También se pueden elaborar noticias y entrevistas con científicos (directamente o a través del correo electrónico) para la revista del centro escolar o para actividades externas como “El País de los Estudiantes”. Contribuimos así a su competencia lingüística, cultural y artística desde el área científica y tecnológica.
- j) Como complemento a las actividades realizadas en el contexto habitual de la actividad docente, desarrollamos otras actividades, como conferencias realizadas por científicos relacionados con este tema, tanto en el centro escolar como en otras patrocinadas por la Universidad de Santiago de Compostela, visitas a exposiciones (ver Anexo II – I) sobre este experimento en la Semana de la Ciencia y Tecnología, actividades del Departamento de Física de partículas de la USC como “Hands on Physics – Física con las manos” en la que nuestro centro ha participado en todas las ediciones. (Ver Anexo II – J)
- k) Finalmente, existe la posibilidad de realizar un viaje de estudios al CERN (Suiza) con alumnos y alumnas de 1º y 2º de Bachillerato, dada la existencia de actividades regladas para estos alumnos preparadas en esa institución.

## 5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se indican los criterios de evaluación que deben permitir valorar cómo este recurso ha contribuido a la adquisición de competencias en el alumnado.

- I. Reconocer problemas de actualidad relacionados con la ciencia y tecnología, como son los que trata de resolver el LHC, apreciando su multidimensionalidad, tanto por los aspectos implicados como por la cantidad de científicos involucrados.
- III. Conocer y valorar la contribución de este experimento en la mejora de nuestra vida diaria a través de las tecnologías que genera en campos como la energía, las comunicaciones, la informática o la medicina.
- III. Comprender cómo trabaja la ciencia en este tipo de experimentos, apreciando los valores substanciales que están detrás, como su no dogmatismo, su carácter no comercial y la búsqueda del conocimiento.
- IV. Entender la importancia del esfuerzo individual y del papel de la colaboración entre países a la hora de acometer una empresa de la envergadura del LHC.
- V. Reconocer el papel enorme de las mujeres científicas en este experimento y en el resto de las actividades del CERN.
- VI. Conocer de forma adecuada los aspectos más simples que están detrás de la física que se estudia en este experimento: las partículas fundamentales, las interacciones, el comienzo y evolución del universo, etc.
- VII. Valorar el esfuerzo de la ciencia española, que contribuye de forma significativa en el LHC y en otras muchas iniciativas del CERN.

## 6. POSIBILIDADES DE GENERALIZACIÓN DEL TRABAJO A OTROS NIVELES Y CONTEXTOS EDUCATIVOS

Aunque básicamente esta propuesta está vinculada a la enseñanza secundaria y a las materias relacionadas con la Física, podemos extenderla a otros niveles y contextos como se señala a continuación.

### a) *Interdisciplinaridad.*

Teniendo en cuenta la múltiple dimensión de este experimento son evidentes las conexiones curriculares con materias como las Matemáticas, la Historia o la Filosofía.

### b) *Enseñanza de idiomas.*

Dado que una gran parte de la información general –tanto en documentos en papel o multimedia como en las diferentes sitios web– está en inglés y francés (y a menor escala en otros idiomas) aparece la posibilidad de que sean utilizadas para actividades en clases de lengua extranjera. Estamos hablando tanto de estas enseñanzas en la secundaria como en las Escuelas Oficiales de Idiomas, con las obvias diferencias de intensidad, tratamiento y complejidad de los textos, documentales, clips, etc.

### c) *Enseñanza primaria.*

Con carácter meramente cualitativo e informativo es posible llevar algunas de estas actividades a los últimos cursos de primaria en el área de Conocimiento del medio. De hecho, en el Sitio web del CERN podemos encontrar materiales adaptados a esas edades (CERN\_Land) que dado su carácter lúdico son de gran utilidad.

*d) Ciclos formativos.*

Muchos ciclos formativos de grado medio y superior tienen un fuerte componente tecnológico. El experimento LHC ha supuesto el mayor reto en ese campo nunca antes acometido por la tecnología, siendo miles de técnicos de cuadros medios –de distintas familias profesionales– los que han sido protagonistas en la construcción de esta enorme máquina. En los materiales y direcciones web aportadas para estas actividades existe la posibilidad de encontrar muchos datos, esquemas, gráficos, imágenes, vídeos, que sirven como materiales de trabajo, discusión y como indudable fuente de motivación en la preparación para su futuro laboral.

*e) Máster de Profesor de Secundaria.*

Este nuevo máster, en el itinerario de Ciencias experimentales, puede beneficiarse de estas actividades a la hora de abordar los diferentes elementos curriculares: metodología, atención a la diversidad, educación en valores, multidisciplinaridad o evaluación. Dada las características tan especiales del LHC, y que estamos hablando de licenciados (o graduados) en disciplinas científicas, la utilización de este recurso como ejemplificación proporciona una rápida comprensión de la dimensión didáctica de los elementos didácticos antes indicados.

## **7. OTROS ASPECTOS A DESTACAR DEL TRABAJO PRESENTADO**

Se indican a continuación otras particularidades que se pueden derivar de la utilización de esta acción:

1. Beneficio didáctico al ir trasladando este recurso de un nivel al siguiente, lo que genera un aprendizaje más profundo en el ámbito de esta estrategia educativa en espiral: continuidad con aumento de la intensidad.

2. La atención a la diversidad. En unas aulas cada vez más heterogéneas, en las que la presencia de alumnado inmigrante es cada vez mayor, se necesitan recursos que pongan en valor la eficacia de la colaboración multinacional más allá de las diferencias culturales, de creencias, etc.
3. Nuestro alumnado está cada vez más cerca de las tecnologías punta, por lo que necesita estímulos educativos que se correspondan con esa realidad. Utilizar como recurso el CERN y el experimento LHC se integra precisamente en esa estrategia didáctica.
4. La presencia de investigadores –con nombres y apellidos– que por edad y nacimiento son próximos a nuestros estudiantes hace más verosímil el discurso de que el esfuerzo personal y la voluntad son las mejores armas para superar las dificultades.
5. Este experimento de carácter transnacional en el que participan profesionales de muy diversas cualificaciones pone en evidencia que el conocimiento de lenguas extranjeras no es una opción sino una necesidad en un mundo cada vez más interdependiente.
6. La puesta en valor de la formación profesional, dada la enorme importancia que los cuadros medios profesionales han tenido y tienen en la construcción y mantenimiento de la máquina y de los detectores del LHC.
7. La constatación de que el profesorado de enseñanza no universitaria está capacitado para llevar al aula, como recurso, un experimento de la magnitud del LHC.
8. La acción abre las puertas a que se puedan trabajar otros eventos de carácter semejante, como el Proyecto de Fusión Nuclear (ITER), la Estación Espacial Internacional (ISS), el Genoma Humano, la GRID, etc.

9. La posibilidad para el profesorado de escribir artículos en revistas de enseñanza nacionales e internacionales sobre tópicos de esta naturaleza.
10. La participación en programas para profesores auspiciados por las más importantes instituciones. Este es el caso del High School Teacher' Programm organizado por el CERN en Ginebra (Suiza) todos los años.
11. El valor añadido de utilizar recursos educativos de "última generación" en el campo de la tecnología educativa, al estar relacionado con instituciones tan importantes.
12. La posibilidad de entrar en contacto con los científicos y científicas que trabajan en ese evento para que colaboren en pequeñas actividades como charlas o la revista del centro.
13. La relación que se puede establecer con instituciones universitarias y otros organismos que están involucradas en este experimento.

## ANEXO

Concreción realizada para los contenidos de la etapa de la ESO, y las correspondientes Ciencias para el mundo contemporáneo, Física y Química de 1º de Bachillerato y Física de 2º de Bachillerato.

<b>CONTENIDOS</b>	
<b>CIENCIAS DE LA NATURALEZA 1º CICLO ESO</b>	<b>Primer curso - CCNN</b>
	<p><i>Bloque 1. Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las características básicas del trabajo científico: <i>CERN – Colaboración científica internacional.</i></li> <li>• Utilización de los medios de comunicación y de las tecnologías da información para seleccionar información sobre la naturaleza: <i>el LHC en los medios (análisis de cómo se trata este tópico).</i></li> <li>• Reconocimiento de la importancia del conocimiento científico y su evolución histórica para comprender mejor los argumentos que facilitan la toma de decisiones sobre situaciones sociales e individuales: <i>el nacimiento de la World Wide Web en el CERN.</i></li> </ul> <p><i>Bloque 2. La Tierra en el Universo.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La materia en el universo: los experimentos del CERN y el conocimiento de la constitución de la materia.</li> </ul>
	<b>Segundo curso - CCNN</b>
	<p><i>Bloque 1. Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las características básicas del trabajo científico, mediante la propuesta de problemas, discusión de su interés, aproximación a la formulación de hipótesis, experimentación, comunicación de los resultados en diferentes formatos, etc. <i>La construcción del LHC: un largo camino de casi veinte años.</i></li> <li>• Utilización de la experimentación para conocer mejor los fenómenos naturales y comprobar suposiciones sobre su evolución: <i>la estructura de la materia, desde Thomson el el s. XIX hasta el s. XXI con el LHC.</i></li> </ul>

CONTENIDOS	
CIENCIAS DE LA NATURALEZA 1º CICLO ESO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empleo de modelos sencillos para interpretar los fenómenos e identificar las relaciones entre conceptos: <i>el LHC como ejemplo paradigmático de cómo se realiza el trabajo desde un modelo a su confirmación experimental.</i></li><li>• Utilización de los medios y tecnologías de la comunicación y de la información para obtener referencias sobre los fenómenos naturales, en el tratamiento de datos e interpretación gráfica, en la visualización de modelos explicativos, en la búsqueda de relación entre variables y en la comunicación de resultados y conclusiones: <i>revisión frecuente de cómo las noticias sobre el LHC aparecen en los diferentes medios de comunicación.</i></li></ul> <p><i>Bloque 2. Materia y energía.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La energía en los sistemas materiales. <i>Introducción desde el LHC a cómo se usa el concepto de energía y cuál es su importancia en todos los experimentos.</i></li></ul>
FÍSICA Y QUÍMICA 2º CICLO ESO	<p style="text-align: center;"><b>Tercer curso - FÍSICA Y QUÍMICA</b></p> <p><i>Bloque 1. Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Búsqueda, selección y valoración crítica de la información de carácter científico utilizando las tecnologías de la comunicación y de la información y otras fuentes: <i>el LHC en los medios de comunicación y sobre todo en Internet.</i></li><li>• Interpretación de información de carácter científico con ayuda de modelos adecuados, y utilización de esta información para formar una opinión propia y expresarse correctamente: <i>participación en concursos o actividades en las que se comuniquen noticias o hechos relacionados con el CERN – LHC</i></li></ul> <p><i>Bloque 2. Diversidad y unidad de la estructura de la materia y sus cambios.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilización de diversos formatos como el verbal, el icónico, el gráfico y el simbólico para expresar, de forma comprensiva, información sobre la estructura de la materia: <i>las partículas</i></li></ul>



<b>FÍSICA Y QUÍMICA 2º CICLO ESO</b>	<b>CONTENIDOS</b>
	<p><i>elementales y su representación.</i></p> <p><i>Bloque 3. La naturaleza eléctrica de la materia.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de información y análisis crítico de la contribución del estudio de la electricidad al conocimiento de la estructura de la materia: <i>la carga eléctrica como base para la aceleración y detección de las partículas en LHC.</i></li> <li>• Incorporación de la carga eléctrica a la estructura atómica: <i>el estudio de las partículas elementales y su carga en la composición de la materia.</i></li> <li>• Identificación de los componentes estructurales de la materia: <i>electrones, protones y neutrones, algunos de los protagonistas de los experimentos del CERN</i></li> </ul>
	<b>Cuarto curso - FÍSICA Y QUÍMICA</b>
<p><i>Bloque 1. Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de estrategias propias del trabajo científico, mediante la propuesta de problemas, análisis de variables que intervienen, formulación de hipótesis, planificación de experiencias, organización de datos, interpretación de resultados y comunicación de conclusiones: <i>el programa del LHC como paradigma del trabajo científico.</i></li> <li>• Búsqueda, selección y valoración crítica de la información de carácter científico utilizando las tecnologías de la comunicación y de la información y otras fuentes: <i>el LHC en los medios de comunicación y sobre todo en Internet.</i></li> <li>• Elaboración de argumentaciones y explicaciones sobre hechos, observaciones o resultados experimentales, empleando modelos científicos adecuados: <i>cómo se organizan los proyectos y experimentos en el LHC.</i></li> <li>• Valoración de los logros de las ciencias de la naturaleza para dar respuesta a las necesidades</li> </ul>	

## CONTENIDOS

### FÍSICA Y QUÍMICA 2º CICLO ESO

de los seres humanos y mejorar las condiciones de su existencia: *el CERN y las tecnologías que ha creado (WWW, TAC, Superconductividad, nanotecnología...)*.

- Valoración de la evolución del pensamiento científico a lo largo de la historia, resaltando la importancia que supone para el desarrollo científico y tecnológico de cada época: *el LHC, una máquina del s. XXI resultado de los logros científicos del s. XX.*
- Valoración de la educación científica de la ciudadanía como requisito para sociedades democráticas sostenibles: *el consenso para una colaboración internacional para el funcionamiento de una institución como el CERN.*
- Consideración de la cultura científica como fuente de satisfacción personal: *el CERN donde miles de mujeres y hombres hacen ciencia, siendo la vocación, el deseo de conocer y el placer intelectual su principal motivación.*

*Bloque 2. Las fuerzas y los cambios de movimiento.*

- Análisis de movimientos rectilíneos y curvilíneos. Ecuaciones y gráficas: *los movimientos en la cadena de aceleradores del CERN-LHC.*
- Caracterización del concepto de fuerza como interacción acción-reacción: *las fuerzas presentes en el acelerador LHC para conducir a los partículas hasta su colisión.*
- Aproximación cualitativa a las ideas actuales sobre el universo: *el LHC detrás de los secretos del Big Bang.*
- Valoración crítica de los avances científicos-tecnológicos para la exploración del universo: *relación entre los experimentos que tratan de entender lo más pequeño y lo más grande (CERN: del microcosmos al macrocosmos).*

*Bloque 3. Profundización en el estudio de los cambios.*

- Identificación de las formas de energía mecánica: cinética y potencial con los cambios en la velocidad y posición de los objetos: *el LHC nos proporciona un excelente ejemplo de conversión entre energía potencial y cinética.*
- Interpretación cualitativa del calor como mecanismo de transferencia de energía: *el LHC es la*

CONTENIDOS	
<b>FÍSICA Y QUÍMICA</b> <b>2º CICLO ESO</b>	<p><i>máquina frigorífica más grande del mundo.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del principio de conservación de la energía: <i>los experimentos del LHC como paradigma de la conversión de unos tipos de energía en otros.</i></li> </ul> <p><i>Bloque 4. Estructura y propiedades de las sustancias.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretación de la estructura atómica: los protones son los protagonistas del experimento LHC.</li> </ul>
<b>FÍSICA Y QUÍMICA</b> <b>1º BACHILLERATO</b>	<p style="text-align: center;"><b>1º de bachillerato - FÍSICA Y QUÍMICA</b></p> <p><i>1. Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad: <i>el LHC paradigma de experimento científico en términos de planteamiento, estrategia y diseño.</i></li> <li>Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada: <i>el CERN es una comunidad que reúne a miles de científicos trabajando en los cinco continentes, que se comunican a través de reuniones convencionales, videoconferencia, correo electrónico, publicaciones, congresos, etc.</i></li> </ul> <p><i>2. Estudio del movimiento.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia del estudio de la cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna: <i>aproximación a la cinemática de los protones en la cadena de aceleradores del CERN.</i></li> <li>Estudio de los movimientos rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme: <i>análisis del movimiento en los aceleradores lineales (LINAC) y circulares (PS, SPS y LHC) del CERN.</i></li> </ul>

## CONTENIDOS

FÍSICA Y QUÍMICA  
1º BACHILLERATO

### 3. Dinámica.

- De la idea de fuerza de la física aristotélico-escolástica al concepto de fuerza como interacción: *las partículas elementales protagonistas del moderno concepto de interacción.*
- Revisión y profundización de las leyes de la dinámica de Newton. Cantidad de movimiento y principio de conservación: *el momento lineal y su conservación, claves físicas para entender las colisiones en el LHC.*
- Dinámica del movimiento circular uniforme: *estudio de las características de la fuerza centrípeta presente en los aceleradores circulares.*

### 4. La energía y su transferencia: trabajo y calor.

- Revisión y profundización de los conceptos de energía, trabajo y calor y sus relaciones: *la eficacia en la conversión de energía potencial a energía cinética en los protones en el LHC es fundamental para la eficacia de todo el proceso.*
- Principio de conservación y transformación de la energía: *la conversión entre formas de energía constituyen la base en la detección de eventos.*

### 5. Electricidad.

- Revisión de la fenomenología de la electrización y la naturaleza eléctrica de la materia ordinaria: *la repulsión entre protones es una de las cuestiones que más dificultad presenta a la hora de conducirlos en el LHC.*

### 6. Teoría atómico-molecular de la materia.

- Revisión y profundización de la teoría atómica de Dalton. Interpretación de las leyes básicas asociadas a su establecimiento: *análisis comparativo del estado de la Teoría atómico-molecular a principios del s. XIX y a principios del s. XXI.*

### 7. El átomo y sus enlaces.

- Primeros modelos atómicos: *Thomson y Rutherford. Los espectros y el modelo atómico de*

CONTENIDOS	
	<i>Bohr. Introducción cualitativa al modelo cuántico: el experimento LHC una versión gigantesca del realizado por E. Rutherford a principios del s. XX.</i>
CCMC 1º BACHILLERATO	<b>1º Bachillerato - CCMC</b>
	<p>1. <i>Contenidos comunes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de las afirmaciones basadas en datos: <i>el trabajo de investigación en el CERN está basado en la discusión crítica por parte de muchos científicos y científicas de los proyectos y diseños presentados.</i></li> <li>• Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico: <i>las colaboraciones científicas desarrolladas en el CERN son un ejemplo de cómo miles de científicos de muy diferentes culturas e ideologías pueden cooperar en la búsqueda de objetivos comunes.</i></li> <li>• Reconocimiento de las limitaciones y errores de la ciencia y la tecnología, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la ciencia y la tecnología: <i>la creación del CERN es un acto de paz que surge poco después de la finalización de la Segunda Guerra Mundial contraponiendo la ciencia más noble a aquella que fue utilizada para fines impropios en los años anteriores.</i></li> </ul> <p>2. <i>Nuestro lugar en el universo.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El origen del universo. La génesis de los elementos: polvo de estrellas: <i>los experimentos en el CERN constituyen una vía de unión entre el Microcosmos y el Macrocosmos.</i></li> </ul> <p>3. <i>Vivir más, vivir mejor.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los condicionamientos de la investigación médica. Las patentes. La sanidad en los países de nivel de desarrollo bajo: <i>las investigaciones desarrolladas en el CERN, como institución pública,</i></li> </ul>

## CONTENIDOS

### FÍSICA 1º BACHILLERATO

*han dado lugar al desarrollo de grandes avances médicos, como el TAC, el RMN o la Hadronterapia, que poco a poco van siendo utilizado de forma creciente en más países.*

#### *4. Hacia una gestión sostenible del planeta.*

- Los impactos: la contaminación, la desertización, el aumento de residuos y la pérdida de biodiversidad. El cambio climático: *además de estudios en el campo de la Física teórica, en el CERN se llevan a cabo investigaciones en el campo e la Física aplicada que están relacionados con los problemas a gran escala que nuestro planeta está sufriendo. Por ejemplo la relación entre los rayos cósmicos y el clima.*

#### *5. Nuevas necesidades, nuevos materiales.*

- La respuesta de la ciencia y la tecnología. Nuevos materiales. Nuevas tecnologías: *para construir el LHC se desarrollaron las tecnologías y materiales más novedosos hasta la fecha, desde elementos electrónicos para la detección de los eventos hasta sistemas superconductores de gran eficiencia.*

#### *6. La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.*

- Procesamiento, almacenamiento e intercambio de la información. El salto de lo analógico a lo digital: *la World Wide Web fue creada en el CERN en 1989 por físicos que pretendían dar otra dimensión, funcionalidad y prestaciones a Internet.*
- Internet, un mundo interconectado. Compresión y transmisión de la información. Control de la privacidad y protección de datos: *el experimento LHC genera la mayor cantidad de datos nunca antes producida por otra actividad humana, por lo que se han desarrollado las técnicas de interconexión, transmisión, control y protección de datos más compleja en este campo.*
- La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana: *eL LHC ha dado lugar a una nueva herramienta de comunicación y transferencia de datos denominada GRID, que está destinada a revolucionar la actual forma de entender la comunicación y control de la información.*

## CONTENIDOS

### 2º Bachillerato - FÍSICA

FÍSICA  
2º BACHILLERATO

#### 1. Contenidos comunes.

- Utilización de estrategias básicas de la actividad científica, tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad: *el LHC paradigma de experimento científico en términos de planteamiento, estrategia y diseño.*
- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada: *el CERN es una comunidad que reúne a miles de científicos trabajando en los cinco continentes, que se comunican a través de reuniones convencionales, videoconferencia, correo electrónico, publicaciones, congresos, etc.*

#### 2. Interacción gravitatoria:

- El problema de las interacciones a distancia y su superación mediante el concepto de campo gravitatorio: *las interacciones son la base teórica en el estudio de las colisiones en el LHC. Se espera sacar conclusiones para entender mejor la gravedad.*

#### 3. Vibraciones y ondas.

- Movimiento ondulatorio. Clasificación y magnitudes características de las ondas. Aspectos energéticos: *los sistemas de aceleración de protones en un acelerador como el LHC está basado en "cavidades de radiofrecuencia" en las que la transmisión de energía a las partículas se realiza a través de un proceso de características ondulatorias.*

#### 4. Óptica.

- Controversia histórica sobre la naturaleza de la luz: modelos corpuscular y ondulatorio. Dependencia de la velocidad de la luz con el medio. Algunos fenómenos producidos con el cambio de medio: *reflexión, refracción, absorción y dispersión. Los fenómenos propios de la luz en su*

## CONTENIDOS

### FÍSICA 2º BACHILLERATO

*interacción con la materia están muy presentes a la hora de detectar el paso de las partículas que emergen de las colisiones por los diferentes sistemas de detección: interacción luz-materia.*

#### *5. Interacción electromagnética.*

- Campo eléctrico. Magnitudes que lo caracterizan, intensidad de campo y potencial eléctrico: *los campos eléctricos son los responsables de que las partículas cargadas sean aceleradas, y la interacción entre ellas es un condicionante en el diseño de las características del experimento.*
- Relación entre fenómenos eléctricos y magnéticos. Campos magnéticos creados por corrientes eléctricas. Fuerzas magnéticas: ley de Lorentz e interacciones magnéticas entre corrientes rectilíneas. *Difícilmente se pueda encontrar otro experimento como el LHC en el que el magnetismo juegue un papel tan determinante y a una escala sin precedentes.*

#### *6. Introducción a la Física moderna.*

- La crisis de la Física clásica. Postulados de la relatividad especial. Repercusiones de la teoría de la relatividad: *el diseño de una máquina como el LHC es un ejemplo paradigmático de cómo opera la Teoría especial de la relatividad de Einstein.*
- El efecto fotoeléctrico y los espectros discontinuos: *insuficiencia de la Física clásica para explicarlos. Hipótesis de De Broglie. Relaciones de indeterminación. Valoración del desarrollo científico y tecnológico que supuso la Física moderna: las implicaciones tecnológicas que están detrás de los experimentos del CERN son una manifestación de cómo la investigación científica da lugar a la aparición de nuevos materiales y tecnologías: TAC, RMN, WWW, superconductividad, GRID, etc.*
- Física nuclear. La energía de enlace. Radioactividad: *tipos, repercusiones y aplicaciones. Reacciones nucleares de fisión y fusión, aplicaciones y riesgos: los experimentos en el LHC implican procesos de naturaleza nuclear a niveles de enorme energía, y constituyen por otra parte un enorme reto en relación a la seguridad radiológica por los niveles que se van a dar en este sentido.*



## REFERENCIAS

- CAAMAÑO, A. (Coord.) (2010). *Didáctica da Física e da Química*. Barcelona: Editorial Graó.
- CID, R. (2005). "Contextualized magnetism in secondary school: learning from the LHC (CERN)". *Physics Education*, 40 (4), 332-338.
- (2006). "Cálculos sencillos para la máquina más compleja. Aprendiendo Física en la secundaria desde el LHC (CERN)". *Revista Española de Física*, 20 (1), 48-57.
- CID, R.; CID VIDAL, X. (2008). "¿Es segura la Tierra para el LHC (CERN)?". *Revista Española de Física*, 22 (4), 33-36. Madrid.
- (2009). "Taking energy to Physics classroom from LHC (CERN)". *Phys. Educ.*, 44, 78-83.
- (2009). "Luminosidad: la luz al final del túnel (LHC)". *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, vol. 3, n° 3, 638-642.
- (2010). "The Higgs Particle: a useful analogy for physics classrooms". *Phys. Educ.*, 45 n° 1, 73-75.
- GIL, D. et ál. (ed.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: OREALC UNESCO.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (Coord.), et ál. (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Editorial Graó.
- SOLBES, J. et ál. (2007). "El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza". *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.
- Sitios web  
 "Taking a closer look at LHC": <http://www.lhc-closer.es>  
 CERN: <http://public.web.cern.ch/public/>  
 High School Teacher Programme: <http://education.web.cern.ch/education/Chapter1/Page2a.html>  
 CERN\_Land: <https://project-cernland.web.cern.ch/project-CERNland/>  
 Hands on Particle Physics: <http://www.physicsmasterclasses.org/index.php?cat=country&page=sp>  
 Recursos online: <http://lhc-closer.es/php/index.php?i=2&s=7&p=2&e=0>