

Grupo del Area Temática de Geología: Características generales del «currículo troncal» Europeo en Ciencias de la Tierra

1. Introducción

1.1. Consideraciones generales

El presente documento, que ha sido recopilado por el Grupo del Area de Geología de *Tuning Higher Educational Structures in Europe*, describe las características generales de un «currículo troncal europeo» en Geología o Ciencias de la Tierra (por razones prácticas, usaremos esta denominación al referiremos de aquí en adelante a esta disciplina)¹. Dentro del territorio europeo, los diversos tipos de instituciones de educación superior ofrecen programas de estudio que se diferencian entre sí con respecto a sus enfoques de enseñanza y aprendizaje y en el nivel de competencia que exigen de sus alumnos. Estimamos que es necesario hacer notar que el presente estudio se refiere únicamente a las universidades y por tanto, las consideraciones y recomendaciones que expondremos a continuación no se aplican a otro tipo de instituciones. Nuestro principal compromiso en esta etapa es con los programas del primer ciclo (*Bachelor*) que abarcan entre tres y cuatro años de estudios que llevan a la consecución

¹ El presente estudio se basa entre otros, en los documentos para la innovación comparativa de la Agencia de Garantía de Calidad del Reino Unido (QAA) para Historia y Ciencias de la Tierra.

de un título en Ciencias de la Tierra, Geología o ciencias afines, pero nuestras recomendaciones serán presentadas con frecuencia en forma más general. La anterior observación puede ser considerada como un punto de partida: los departamentos y las áreas de disciplina dentro del espacio de la educación superior europea tendrán la ocasión de demostrar que se pueden agregar estándares de innovación comparativa (*benchmarking*) si se proporcionan las oportunidades o alternativas para ello.

La única aspiración posible para acordar un «currículo troncal europeo» en Ciencias de la Tierra, es la de facilitar el reconocimiento automático de los títulos en esta disciplina con el objeto de permitir la circulación de los graduados por todo el territorio europeo. La educación en Ciencias de la Tierra se caracteriza mucho más por su enfoque, que se concentra en el uso de conocimientos seleccionados para desarrollar ciertas destrezas y atributos mentales, que por su contenido específico. Sin lugar a dudas los programas de Ciencias de la Tierra, aparte de formar futuros científicos en las ciencias concernientes a la tierra, proporcionan también una valiosa educación general al suministrar a los jóvenes una variedad de destrezas prácticas y teóricas transferibles que incluyen desde solucionar problemas y tomar decisiones basados en la incertidumbre, hasta la actividad en una gran variedad de ambientes culturales pasando por la aplicación de modernas tecnologías, etc. Por tanto, si bien es evidente la importancia de un conocimiento geocientífico sólido, un currículo troncal en Ciencias de la Tierra no puede, ni debe ser descrito en términos de un cuerpo específico de conocimientos requeridos y definidos en forma conceptualmente vaga, aunque sea posible señalar algunas asignaturas que, hasta cierto punto, puedan formar parte de la mayoría de los programas de estudio.

No está en la naturaleza del presente trabajo proporcionar las bases para juzgar los logros en el aprendizaje de un estudiante en particular, ni los patrones académicos o el desempeño de los departamentos o grupos de asignaturas en un determinado país. Esto último sólo puede ser la tarea de los evaluadores académicos identificados por las universidades u otros organismos nacionales. Finalmente el «currículo troncal» descrito a continuación no debe usarse como herramienta para la transferencia automática entre universidades. Dichas transferencias siempre requieren una consideración individual, puesto que programas diferentes pueden lograr niveles adecuados en los estudiantes mediante usos o formas heterogéneas, aunque coherentes, efecto que una mezcla inapropiada de programas no puede lograr.

1.2. Principios orientadores

1.2.1. Las Ciencias de la Tierra se diferencian de muchas disciplinas en que su estudio no está atado a un cuerpo específico de conocimientos requeridos o por un tronco con opciones circundantes. Para nosotros es evidente que el conocimiento y la comprensión de lo que es la tierra y sus sistemas tienen un valor incalculable para los individuos y la sociedad en general, y que el primer objetivo de la educación en Ciencias de la Tierra es procurar que se asimile este concepto. Aceptamos variaciones en cuanto a la forma de aprehender, a nivel del primer ciclo universitario, el amplio cuerpo de conocimientos que componen esta disciplina. Este punto de vista se relaciona con un enfoque que se centra en el uso de conocimientos seleccionados para desarrollar ciertas destrezas y atributos mentales y que busca al mismo tiempo responder al interés de los estudiantes.

1.2.2. Las Ciencias de la Tierra como disciplina autónoma y su diferenciación de otras ciencias, se concentra en la comprensión de los sistemas terráqueos para llegar a aprender del pasado, comprender el presente, pronosticar el futuro e influir sobre su curso. Las Ciencias de la Tierra constituyen una educación peculiar en el sentido de que se caracterizan por un enfoque en su mayor parte holístico, multi e interdisciplinario (a pesar de que puede eventualmente utilizar alguna metodología reduccionista), que implica un amplio entrenamiento práctico, una gama de valores espaciales y temporales que estimulan al estudiante a usar la imaginación y sus capacidades de observación y análisis para poder tomar decisiones desde la perspectiva de la incertidumbre.

1.2.3. Reconocemos que los científicos en Ciencias de la Tierra utilizan los conceptos, teorías y metodologías de otras ciencias y los aplican al sistema de la tierra. Por esta razón, aceptamos que el entrenamiento en los aspectos pertinentes de tales disciplinas básicas constituye una parte importante de una titulación en Ciencias de la Tierra, pero así mismo reconocemos, especialmente con miras a su aplicación, que sería apropiado que en la formación del estudiante de estas ciencias se incluyesen elementos de Humanidades, Economía y Ciencias Sociales.

1.2.4. A través del estudio de las Ciencias de la Tierra se adquieren importantes habilidades y capacidades mentales, transferibles a muchas ocupaciones y carreras que son especialmente valiosas para el graduado en su actuación como ciudadano. Algunas de estas cualidades y habilidades, como la capacidad de comunicar ideas e información y de proporcionar soluciones a los problemas, son genéricas y se imparten en otros programas, en particular en los de formación científica. Pero

un título universitario en Ciencias de la Tierra desarrolla también modos de pensamiento que son intrínsecos a la disciplina y son no menos transferibles. Entre estas modalidades de pensamiento se incluyen la visión en cuatro dimensiones, es decir, la conciencia de las dimensiones temporales y espaciales en los procesos de la tierra; la capacidad de integrar la evidencia encontrada en el estudio de campo y el laboratorio con el apoyo de la teoría, que sigue una secuencia que va desde la observación y el reconocimiento hasta la síntesis y el modelado; una profunda conciencia de los procesos medioambientales que se despliegan ante nosotros en la actualidad y una vasta comprensión de la necesidad que existe de explotar y a la vez conservar los recursos del planeta. Todo este conjunto de capacidades mentales y habilidades se desarrollan más efectiva y metódicamente por una profunda y prolongada inmersión en la práctica, los métodos y materiales de la disciplina y por un serio compromiso hacia ellos. La adquisición acumulativa de conocimientos y la habilidad de aplicar destrezas transferibles van unidas para formar a los estudiantes como científicos competentes de la tierra. El enlace entre estas dos últimas modalidades yace en última instancia en los hábitos mentales y el enfoque intelectual que desarrollan los estudiantes que han sido entrenados para pensar científicamente en los sistemas de la tierra. Este tipo de formación continuará inspirando la aplicación de sus mentes a otras tareas durante el resto de sus vidas.

2. Programas, conocimiento y destrezas

2.1. Introducción

2.1.1. El currículo troncal de un programa de titulación en Ciencias de la Tierra debe dirigirse hacia el desarrollo y comprensión de los conceptos clave, unos antecedentes sólidos en el conocimiento específico de la materia y el desarrollo de destrezas transferibles. En la práctica, los programas deben configurarse como avances dinámicos relacionados con los campos específicos de aplicación.

2.1.2. Las Ciencias de la Tierra son ciencias esencialmente empíricas en las cuales la capacidad de predicción se basa en la explicación de los fenómenos que se han reconocido con anterioridad. Esta capacidad predictiva cubre un campo muy amplio, que abarca desde el estudio científico de las características físicas de la tierra hasta la influencia de los seres humanos en sus sistemas ambientales. Sin embargo, un programa para una titulación en Ciencias de la Tierra debe tener las siguientes características primordiales:

- La mayor parte de la enseñanza tiene que tener un enfoque **holístico, multi e interdisciplinario**;
- La **integración de los estudios de campo** y la investigación **experimental y teórica** son las bases para la mayor parte de las experiencias de aprendizaje en Ciencias de la Tierra, que pueden ser menos significativas en los cursos de Geofísica y Geoquímica, pero en todo caso, no ausentes en estas asignaturas;
- Los enfoque **cualitativo** y **cuantitativo** para la adquisición e interpretación de los datos, con fuerte énfasis en el enfoque cuantitativo en Geofísica y Geoquímica;
- El análisis de exploración y explotación de recursos en el contexto del **desarrollo sostenible**;

2.1.3. Las Ciencias de la Tierra ocupan un espacio tan extenso que, en lo que respecta a sus asignaturas, existe una gran variación en los programas europeos. Algunos abarcan las Ciencias de la Tierra en su sentido más amplio, mientras que otros se circunscriben a la Geología en su sentido estricto o con asignaturas más especializadas.

2.2. *Programas que se tratan en sentido amplio las Ciencias de la Tierra*

2.2.1. Los programas típicos de Ciencias de la Tierra involucran:

- Un enfoque integrador para la comprensión de las interacciones pasadas y presentes entre los procesos que operan en el centro de la tierra, su capa, su corteza, la criosfera, la hidrosfera, la pedosfera y la biosfera y la perturbación de estos sistemas por influencias extraterrestres y por la acción humana
- El estudio científico de:
 - los procesos físicos, químicos y biológicos que operan sobre y dentro de la tierra,
 - la estructura y composición de la tierra y otros planetas,
 - la historia de la tierra y sus esferas a través de las escalas de tiempo geológicas,
 - el uso del presente para comprender el pasado y del pasado para comprender el presente.

2.2.2. Los principios típicos del programa deben incluir:

- Geofísica, Geoquímica, Geomatemáticas, Geoinformática y Geoestadística,

- Mineralogía, Petrología, Paleontología, Sedimentología, Estratigrafía, Geología Estructural y Tectónica, Geología General,
- Geomorfología, Estudios Cuaternarios, Ciencias de los Suelos, Palinología y Ciencia Arqueológica,
- Paleobiología, Paleoclimatología, Paleoecología y Paleogeografía,
- Hidrología e Hidrogeología, Geociencia Ambiental, Meteorología, Climatología, Glaciología y Oceanografía,
- Cartografía Geológica, Geomorfológica y de Suelos, Aplicaciones de Sensibilidad Remota,
- Volcanología, Geología Mineral, Geología de Petróleos, Geomateriales, Geotécnica y Geología Económica.

Según el posicionamiento de las instituciones dentro del amplio campo de las Ciencias de la Tierra, los programas podrán incluir algunas, aunque no todas, estas asignaturas.

2.2.2a. Un programa en Ciencias de la Tierra requiere un conocimiento consolidado especialmente en los campos de la Química, Física, Biología, Matemáticas y Tecnología Informática, algunas de las cuales pueden constituir con propiedad parte del currículo de Ciencias de la Tierra.

2.2.2b. Como material pertinente a la aplicación de las Ciencias de la Tierra podemos señalar nociones fundamentales de Derecho y Economía, Planificación Urbana y Campestre, Geografía Humana, Política y Sociología, Administración y estudios sobre seguridad.

2.2.3. En lo que respecta a las aplicaciones de las áreas de estudio, éstas pueden incluir el desarrollo de estrategias de exploración y explotación para las industrias de recursos (por ejemplo, hidrocarburos, minerales, agua, materiales de gran masa, minerales industriales); investigaciones para proyectos de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos que pueden incluir la eliminación de desechos y restauración de la tierra y la visión y desarrollo de medidas paliativas para las contingencias peligrosas como inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y deslizamiento de tierras, evaluación ambiental, supervisión de impactos, modelado y predicción que proporcionen una estructura para la toma de decisiones en lo que respecta a la administración ambiental (por ejemplo la administración de aguas subterráneas y de superficie, desechos humanos, agrícolas e industriales, el hábitat natural y el cuasinatural).

2.2.4. El área de esta disciplina se superpone con otras como las Ciencias Ambientales, Estudios Ambientales basados en las ciencias sociales, Biología, Química, Física, Matemáticas, Ingeniería de Caminos,

Canales y Puertos, Geografía y Arqueología. Para muchos, las Ciencias de la Tierra deben incluir estudios de Ingeniería Geológica, Ingeniería de Minas, Ingeniería de Petróleos y Geografía Física, mientras que otros incluirían también la Oceanografía y la Meteorología.

2.2.5. Por su naturaleza, esta área de estudio estimula la toma de conciencia de la doble responsabilidad de esta disciplina en la sociedad, que es la de proporcionar conocimiento y comprensión tanto de la explotación como de la conservación de los recursos de la tierra.

2.3. *Conocimiento de la materia*

Cada primer ciclo de estudios tendrá sus propias características con un fundamento para el contenido, naturaleza y organización tal como se bosqueja en la especificación programática relevante. Si bien es reconocido que los cursos en los programas de estudio varían considerablemente en la profundidad y especificidad con la que tratan sus asignaturas, es de esperar que todos los graduados estén familiarizados hasta cierto grado y según las asignaturas de su elección con los siguientes conocimientos:

- Procesos modernos de la tierra, incluso la comprensión de los procesos cíclicos de la materia y los flujos de energía en el interior de, en medio de y dentro de la parte sólida de la tierra, la hidrosfera, la atmósfera, la pedosfera y la biosfera;
- Los principios de estratigrafía y el concepto de uniformitarianismo;
- Tectónica de Placas como concepto unificador;
- Algo de Paleontología;
- Algo de Minerología, Petrología y Geoquímica;
- Algo de Tectónica de Placas y Geofísica;
- Terminología pertinente, nomenclatura, clasificación y conocimientos prácticos;
- Química, Física, Biología y Matemáticas pertinentes.

2.4. *Destrezas clave del graduado*

2.4.1. El término destrezas clave del graduado se emplea aquí para sugerir que se trabaja con miras a desarrollar competencias que irán a formar parte de un contexto de educación superior y en el cual el estudiante seguirá una progresión estructurada y coherente de aprendizaje. Es importante hacer notar que la palabra «destrezas» se define en un sentido amplio y que las destrezas que enumeramos a continuación a

menudo tienen un alto contenido cognoscitivo consistente con lo que se espera de un programa con miras a una titulación de primer nivel.

2.4.2. Las destrezas clave del graduado que deberían ser desarrolladas en un programa de titulación de Ciencias de la Tierra está subdividido en los siguientes encabezados:

- Destrezas intelectuales.
- Destrezas prácticas.
- Destrezas de comunicación.
- Conocimientos básicos numéricos y destrezas en informática y tecnología de la comunicación.
- Destrezas interpersonales y de trabajo en equipo.
- Destrezas de autogestión y desarrollo profesional.

2.4.3. Debemos tomar en consideración que estas destrezas se van a desarrollar normalmente en el contexto de unas disciplinas específicas pero tienen amplias aplicaciones en el desarrollo personal del estudiante y en su relación con el mundo del trabajo.

DESTREZAS INTELECTUALES

- Reconocer y usar las teorías específicas de la disciplina, paradigmas, conceptos y principios;
- Comprender la calidad de la investigación relacionada con la disciplina;
- Analizar, sintetizar y resumir la información críticamente incluyendo la investigación previa;
- Reunir e integrar varios tipos de evidencias para formular y probar hipótesis;
- Aplicar el conocimiento y la comprensión para abordar problemas conocidos y desconocidos;
- Reconocer las implicaciones éticas de las investigaciones y valorar la necesidad de la integridad intelectual y de los códigos morales en el ejercicio de la profesión.

DESTREZAS PRÁCTICAS

- Planificar, organizar, conducir y exponer lo investigado, incluyendo el uso de datos secundarios;
- Recoger, registrar y análisis de datos usando las técnicas apropiadas en el campo y el laboratorio;
- Tomar las investigaciones de campo y de laboratorio de manera responsable y segura, poniendo la debida atención a la evalua-

- ción de los riesgos, derechos de acceso, regulaciones pertinentes a la salud y seguridad y sensibilidad al impacto de las investigaciones en el medio ambiente y en los interesados;
- Hacer alusión a las fuentes consultadas de una manera apropiada.

DESTREZAS DE COMUNICACIÓN

- Recibir y responder a una variedad de fuentes de información (textual, numérica, verbal, gráfica);
- Comunicarse apropiadamente con varias audiencias en forma verbal, escrita y gráfica.

DESTREZAS NUMÉRICAS Y DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA

- Evaluar los temas correspondientes a la exactitud, precisión e incertidumbre en la selección de muestras, recolección y análisis de los datos en el campo y el laboratorio;
- Preparar, procesar, interpretar y presentar los datos, usando los componentes y técnicas cualitativos y cuantitativos apropiados;
- Resolver problemas numéricos mediante el uso de técnicas basadas en el ordenador o sin él;
- Usar la Internet críticamente como medio de comunicación y como fuente de información.

DESTREZAS INTERPERSONALES Y DE TRABAJO EN EQUIPO

- Identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas;
- Reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo;
- Evaluar la propia actuación como individuo y como miembro de un equipo.

DESTREZAS DE AUTOGESTIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL

- Desarrollar las cualidades necesarias para la autogestión y para el aprendizaje permanente (por ejemplo, autodisciplina, auto dirección, el trabajo independiente, manejo apropiado del tiempo y destrezas de organización);
- Identificar y trabajar para lograr metas de desarrollo personal, académico y profesional;
- Desarrollar una perspectiva adaptable y flexible al trabajo y al estudio.

3. Aprendizaje, enseñanza y evaluación

3.1. Consideramos inadecuado prescribir qué formas de aprendizaje, enseñanza o evaluación serían apropiados para un programa determinado. La razón fundamental es que los programas de Ciencias de la Tierra pueden ser orientados en forma diferente, dentro de Europa y dentro de cada uno de los diferentes países europeos, según sean por ejemplo, los requisitos de las distintas subdisciplinas, y teniendo en cuenta que pueden estar inmersos en diferentes culturas educativas. Por otra parte, las instituciones tienen acceso a una amplia gama y a diferentes combinaciones de recursos y métodos de aprendizaje que incluyen diversos patrones de estudio que se suman a los cursos tradicionales de tiempo completo. Sin embargo, el personal docente involucrado en brindar conocimiento, debe ser capaz de justificar la selección de los métodos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de los resultados de sus cursos. La metodología a seguir, debe ser explicada a los estudiantes que esperan inscribirse en las diferentes asignaturas.

3.2. El aprendizaje, la enseñanza y la evaluación deben estar interrelacionados como parte del proceso de diseño curricular y escogerse apropiadamente para desarrollar los conocimientos y destrezas bosquejados en la sección 2 y en la especificación de los programas que conducen a la obtención de títulos. La investigación y la erudición deben ser las fuentes de inspiración en el diseño del currículo de los programas de Ciencias de la Tierra, y los programas guiados por la investigación deben desarrollar conocimientos y destrezas basados en los campos específicos de cada disciplina.

3.3. Creemos que es imposible para los estudiantes desarrollar una comprensión satisfactoria de las Ciencias de la Tierra sin una experiencia significativa en la enseñanza y aprendizaje de campo y sin la evaluación correspondiente, dado que el aprendizaje a través de la experiencia es un aspecto especialmente valioso en esta área de estudio. Definimos el «aprendizaje de campo» como la observación del mundo real mediante el uso de todos los métodos disponibles. Muchos de los avances en el conocimiento y comprensión de nuestras áreas de estudio se basan en la observación exacta y su registro en el campo. El desarrollo de destrezas prácticas y de investigación relacionadas con los estudios de campo es, por tanto, indispensable para el estudiante que desee dedicarse a una carrera en Ciencias de la Tierra. Por otra parte, los estudios de campo permiten al estudiante desarrollar e incrementar muchas de las destrezas progresivas clave (por ejemplo, trabajo en equipo, solución de problemas, autogestión, relaciones interpersonales, etc.) que son valiosas para todos los empleadores y convenientes para la educación continua.

3.4. Los programas existentes en Ciencias de la Tierra han desarrollado y utilizado una gran variedad de métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación para ampliar las oportunidades educativas del estudiante. Dichos métodos deben ser evaluados regularmente como respuesta a los avances nacionales e internacionales, genéricos y específicos de cada una de las disciplinas que conforman estos estudios y deben ser incorporados al currículo cuando se juzgue conveniente.

4. Niveles de rendimiento

Los niveles de rendimiento se expresan como resultados del aprendizaje. Se reconoce, sin embargo, que no todos los resultados del aprendizaje pueden ser evaluados objetivamente. Si bien es relativamente fácil hacer exámenes de conocimiento del currículo, es menos fácil evaluar la habilidad de transferir conceptos a través de las diferentes facetas de una disciplina y extremadamente difícil medir el mejoramiento de las habilidades cognitivas de los estudiantes. No obstante, es importante enfatizar en que los niveles de rendimiento pueden establecerse solamente en términos de los valores compartidos por la comunidad académica regulados interna y externamente por los estándares de calidad académica. A este respecto y con el objetivo de facilitar la movilidad y el reconocimiento de los títulos dentro del territorio europeo, consideramos necesario desarrollar un esquema que ayude a la comparación del significado de las notas (no a su estandarización) en cada país europeo. Pensamos que por lo general deben reconocerse tres niveles de rendimiento:

- *Límite* que sería el mínimo rendimiento requerido para obtener la titulación del Primer Ciclo.
- *Típico* que sería el rendimiento normalmente esperado de los estudiantes.
- *Excelente* que es el rendimiento esperado del 10 % de los estudiantes.

Grupo del Área Temática de Geología: Paul D. Ryan, Wolfram Richter, Alain Dassargues, Annick Anceau, Reinhard Greiling, Niels Tvis Knudsen, Pere Santanach, Seppo Gehör, Jean-Louis Mansy, Francesco Dramis, Wim Roeleveld, Bjørg Stabell, Rui Manuel Soares Dias, Geoffrey Boulton y Robert Kinghorn.

Preparado por Paul D. Ryan y Wim Roeleveld.

