



I CONGRESO HISPANO-LUSO-AMERICANO DE GEOLOGIA ECONOMICA

Madrid: 19-23 Septiembre 1971

Lisboa: 24-25 Setembro 1971



Sección 9. FORMACION

Secção 9. FORMAÇÃO



I CONGRESO
HISPANO-LUSO-AMERICANO
DE GEOLOGIA

SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO	
ENTRADA:	
N° INVENTARIO	
PEDIDO:	
COSTO:	

Madrid 19-23 Septiembre 1958
Lima 24-28 Septiembre 1958



SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO	
ENTRADA:	96 7 72
Nº INVENTARIO	24553
PEDIDO:	
COSTO:	

I CONGRESO HISPANO-LUSO-AMERICANO DE GEOLOGIA ECONOMICA

Madrid: 19-23 Septiembre 1971

Lisboa: 24-25 Setembro 1971

ESPAÑA



I CONGRESO

HISPAÑO-LUSO-AMERICANO

DE GEOLOGIA ECONOMICA

Madrid: 19-23 Septiembre 1971

Lisboa: 24-28 Setembro 1971

E.

SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO	
ENTRADA:	
Nº INVENTARIO	
RECIBIDO:	
COSTO:	

INFORME DE LA COMISION NACIONAL DE TIPO

Angel Garcia Yague

Servicio Geológico de Obras Públicas

Madrid, 15 de Mayo de 1934 - 11-11-11

I.- CARACTERISTICAS DE LA PROTECCION DE LOS DERECHOS DE PATENTE

En el mundo moderno cada vez se va exponiendo más la actividad humana en el campo de la invención. En consecuencia, el Estado debe intervenir para proteger los derechos de patente y garantizar el principio de la actividad científica y técnica. La actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

En las actividades de la vida humana, la actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

En la actividad científica y técnica, la actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

En la actividad científica y técnica, la actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

II.- CONCLUSIONES

En la actividad científica y técnica, la actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

En la actividad científica y técnica, la actividad científica y técnica es la base de la civilización y el progreso humano. El Estado debe intervenir para garantizar el principio de la actividad científica y técnica y garantizar el principio de la actividad científica y técnica.

ESPAÑA

PROBLEMAS DE LA FORMACION PROFESIONAL DE TITULADOS

Angel García Yagüe

Servicio Geológico de Obras Públicas

Avda. de Portugal nº 81.- MADRID-11

I.- CARACTERISTICAS BASE DE LA PROFESION DE GEOLOGO-INGENIERO

En el mundo tecnológico actual se precisan cada vez más especialistas en ramas muy concretas del hacer humano. En ocasiones estas especialidades, que por su nombre parecen indicar - en principio una limitación del campo de los conocimientos, suponen precisamente lo contrario. Tal es el caso de la Geología Aplicada a la Ingeniería. Quien se dedica a esta actividad ha de recorrer un camino en cierto modo inverso a una especialización.

En las especializaciones se parte de una formación básica general y se continúa con una progresiva reducción del campo de estudio y profundización en un tema concreto, hasta conseguir, en situación ideal extrema, conocer todo de una parcela infinitesimal del saber humano.

En la Ingeniería Aplicada, el "especialista" ha de hacer de puente o enlace entre dos amplios apartados: la Ingeniería y la Geología.

En lugar de profundizar en una materia o especialidad geológica debe conocer todo el panorama de la Geología, para con el conocimiento simultáneo del amplio panorama de la Ingeniería, realizar la unión, enlace y coordinación a través del no menos amplio campo de las técnicas de prospección y reconocimiento. Por tanto, no será geólogo, ni tampoco ingeniero, será eslabón de ambas profesiones, con nombre propio: ingeniero-geólogo o geólogo-ingeniero.

II.- CONOCIMIENTOS

Del campo de la geología deben conocerse, con tanta menor profundidad como especialización suponga, materias tales como morfología, tectónica, petrografía, estratigrafía, paleontología, ...

Del campo de la "geología técnica" o geotecnia (no puede olvidarse el significado de la palabra geotecnia), que también podíamos llamar "geología numérica", debe conocerse am-

pliamente la temática de la mecánica del suelo y mecánica de las rocas.

La ingeniería, otro estribo del puente a construir, debe conocerse en toda la extensión de la técnica para la que se trabaja o sirve. Es decir, agronomía, mineralogía, estructuras, construcción,

De las técnicas de estudio o prospección ha de conocerse: fotogeología, sondeos geofísicos, sondeos mecánicos, ensayos in situ y ensayos de laboratorio.

Claramente se deduce de lo anterior que si se quiere - hablar de geología aplicada a la ingeniería, al menos falta un adjetivo, y mucho me temo que la limitación humana imponga más de uno. Es decir, debería hablarse de "Geología Aplicada a la Agronomía", "Geología Aplicada al Petróleo", "Geología Aplicada a la Ingeniería", ... y por qué no, "Geología Aplicada a Ingeniería de Carreteras", etc..

Todo se andará, que el camino por recorrer solo está - iniciado....

Forzosamente el tema habrá de limitarse, por tanto, al campo personalmente conocido si deseamos no extrapolar en demasía las experiencias concretas. Por ello nos reduciremos a los problemas de formación en el campo de la "Geología Aplicada a la Ingeniería Civil" y solo en lo que se refiere a España.

III.- ELEMENTOS EN EL PROCESO DE FORMACION

Existen tres elementos indispensables: el que forma, el que recibe la enseñanza y lo que transmite el primero al segundo con el modo propio de hacerlo o "modus operandi".

Estos tres elementos no son independientes; cada uno influye y determina los otros en mayor o menos cuantía. En definitiva la enseñanza es algo vivo y cambiante que conserva unos principios fijos, pero que no puede decidirse en sus detalles desde la mesa de un despacho.

Materia.- La materia es muy amplia y el tiempo disponible no lo suficientemente largo, ya que ni el formado dispone de tiempo ilimitado, ni la sociedad, que recibe su trabajo, puede esperar hasta que perfeccione su quehacer. Habrá de limitarse forzosamente a los principios y criterios base desarrollados seriamente, pero también ha de incluirse una terminología suficientemente amplia, que englobe la geología y la técnica, para servir precisamente de enlace entre dos profesionales distintos. Llamar a las cosas por su nombre es fundamental en toda cooperación, pero el lenguaje humano es variopinto y no siempre significan el mismo concepto un vocablo, según lo manejen unos y otros.

Todo programa encierra un objetivo de formación, y si -

dificultad supone establecer un programa y concretarlo, mayores obstáculos entraña conseguir una "mentalidad".

Normalmente el ingeniero adquiere una mentalidad "práctica", que concreta por obligación en plazos, y dimensiones a partir de conclusiones no concretas. Su formación es rigurosa en los comienzos, con buena dosis de matemáticas y ciencias puras, pasa después por disciplinas más empíricas y concretas y termina con el desarrollo del "ingenio", con el que ha de buscar soluciones viables por su coste y por el tiempo necesario para efectuarlas. En resumen en toda obra o proyecto ha de añadir a las tres coordinadas cartesianas otras dos nuevas: el coste y el tiempo disponible, de aquí que "lo mejor es enemigo de lo bueno".

El geólogo suele tener una formación científica, pero - su formación práctica en el sentido ingenieril no está suficientemente fomentada y en algunas ocasiones se presenta subordinada e incluso ahogada por el espíritu científico. Por otra parte, presenta normalmente muy bien desarrollado un espíritu y capacidad de observación y deducción a partir de datos parciales o indicios superficiales.

No está de más insistir, que estas aventuradas observaciones proceden de mi limitado campo de actividad.

Si el que trabaja en la Geología Aplicada a la Ingeniería ha de ser eslabón entre dos profesiones con mentalidades propias, debe participar de ambas. Es decir, ha de ser riguroso y científico, pero siempre concreto y subordinado a las necesidades prácticas de la obra y proyecto para el que trabaja.

Su quehacer siempre tenderá hacia la solución práctica de un problema concreto en un tiempo limitado y a base de rigurosidad y deducciones científicas. No es un gran investigador, es el continuo pero modesto investigador, que subordina todo su esfuerzo a un objetivo y finalidad, muchas veces secundaria y con frecuencia olvidada.

Si establecer esta mentalidad es también un objetivo y - muy importante, el programa debe contener elementos para conseguirlo y, el "modus operandi" de su desarrollo, a él debe igualmente ajustarse.

Alumno. - En España aún no existen centros específicos para formar ingenieros-geólogos o geólogos-ingenieros. Los cursos de "Hidrogeología", "Hidrogeología Subterránea" o "Geología Aplicada" tratan de estos temas de forma más o menos concreta, son reducidos en su desarrollo o temario y, sobre todo, parten de una formación universitaria o técnica superior ya orientada en la mayoría de los casos. Su utilidad es indudable y su evolución en el futuro evolucionará a una mayor duración de los programas y mayor amplitud de concreción de objetivos que podrían encuadrarse en este apartado general

de "Geología Aplicada", ya que, de hecho, tienden a cubrir - una necesidad perentoria a la que no puede demorarse su satisfacción.

En la práctica, el campo de la Geología Aplicada se cubre con profesiones, que arrancan de distintas formaciones, con éxitos reales en el ejercicio de su actividad.

Con formación técnica original son los Ingenieros de Minas, que se dedican principalmente a la "Geología Aplicada a la Minería", y que en el ejercicio profesional amplían la base de sus conocimientos geológicos hasta equilibrar, e incluso superar, los de su formación técnica. Lo mismo sucede con los Ingenieros Agrónomos, que derivan a la Geología Agronómica y con los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que - trabajan en campo de la Geología Aplicada a la Ingeniería Civil.

Con formación geológica básica arrancan los geólogos, que por el mismo proceso y a través del ejercicio profesional han perfeccionado sus conocimientos de la técnica y desarrollan su actividad junto a ingenieros. Al principio eran - minoritarios, pero poco a poco van aumentando en número y adquiriendo peso en este campo profesional.

Es decir, que hasta el presente la formación complementaria se ha realizado posteriormente a la titulación y casi siempre en el seno de un grupo, que se dedicaba a esta actividad o tenía necesidad de ella y con frecuencia sufriendo - y superando lentamente las barreras de la incompreensión mutua y las diferencias de mentalidades.

Si suponemos que la formación en este campo debe comenzar a partir de unos estudios superiores, surge la pregunta de ¿cuál es la titulación previa más conveniente?. Varias veces se ha discutido si es preferible una titulación de ingeniero con formación técnica a completar con conocimientos geológicos, o por el contrario arrancar de una titulación de geólogo con formación científica, que se complementa con las disciplinas técnicas. Es difícil tomar postura ya que las contestaciones van ligadas a las características y experiencias propias de los opinantes. Creo que sería necesario conocer antes cuáles son los límites de la actividad del geólogo, del geólogo-ingeniero o ingeniero-geólogo, y del ingeniero, y cuál la forma de actuar de cada uno en su incorporación a un trabajo en equipo. Parece que el ingeniero-geólogo (formación - previa de ingeniero) encajará mejor en equipos poco numerosos y que el geólogo-ingeniero (formación previa de geólogo) actuará mejor en los equipos numerosos, pero pudiera ser una - apreciación de matiz, que puede desmentirse con múltiples - ejemplos.

El problema lo creo más ligado al hombre y a su acuerdo en la elección de su trabajo. Con frecuencia el hombre trabaja "donde puede" y la elección de su profesión está ligada -

más a accidentes circunstanciales que a una vocación, que exige cualidades propias. Es decir, que la titulación no siempre supone cualidades para ejercerla, e incluso a veces, ni siquiera afición predominante.. Si partimos de un caso en el que no existen condiciones mínimas base para el ejercicio destacado de la profesión, cualquier conclusión que saquemos puede ser errónea.

En consecuencia no puede asegurarse que a base de una experiencia comprobada sea preferible orientar los programas y seleccionar los alumnos entre los técnicos o entre los geólogos. Ello parece presuponer que los cursos de formación deban dirigirse a graduados lo que no coincide con mi opinión. Una cosa es la práctica, lo que hoy podemos y es lógico hacer, en cuyo caso es necesario pensar en los graduados, y otra es lo que debería hacerse, en cuyo caso habría de pensarse en etapas previas a la titulación correspondiente. Al facilitar los programas esquemáticos volveremos a este tema.

Profesor..- El programa o formación debe realizarlo quien pueda aportar por una parte los conocimientos necesarios y - por otra la mentalidad precisa para el enfoque de los estudios o problemas a resolver .

Para ello se precisa una actividad amplia y sedimentada por la práctica y el tiempo: experiencia, en suma, siempre necesaria y más aún en actividades no sometibles a una casuística abordable. Si nos ceñimos a nuestro país, aunque pueda extrapolarse a otras naciones, son pocos los que reúnen estas condiciones y lo que es peor, la demanda de su trabajo profesional es tan intensa que apenas les queda tiempo para poder dedicarlo a la enseñanza, que además está peor pagada.

La enseñanza de este tema es ardua, ya que no existen muchas publicaciones completas sobre la materia. Las más conocidas son "introducciones" para geólogos o "divulgaciones geológicas" para ingenieros y en casi todas ellas se tratan muy rápidamente las técnicas de prospección y ensayo.

Hemos considerado esencial la formación o corrección de mentalidad y ésto parece que solo puede realizarse por quien tenga la necesaria para compensar las extremas, que pudieran poseer los alumnos. Llevando esta idea al límite los geólogos deberían ser orientados por técnicos y los técnicos por geólogos. Sin embargo, no puede olvidarse que quien enseña debe conocer la terminología geológica y técnica y no puede dar - por conocidas palabras, signos o temas mientras no compruebe que son comprendidos por los que reciben su enseñanza.

IV.- PROGRAMA DE FORMACION

Cuatro son los casos que pudiéramos concebir como reales en este momento en nuestra nación, y por tanto cuatro deben ser los programas.

1º) Graduados en Geología.— Los conocimientos geológicos son suficientes y sobrados. En este aspecto solo debe realizarse una revisión de las disciplinas cursadas analizando su aplicación para diferentes casos de obras, tanto en el proyecto como en la construcción. Interesa explicar con criterios claros y abundantes diálogos cuando no deben aplicarse ciertas investigaciones por las limitaciones de tiempo y fondos necesarios.

Las técnicas de prospección y ensayo exigirán un amplio desarrollo, no con objeto de convertirlos alumnos en especialistas, pero si para conocer sus límites y posibilidades y aclarar cuando deben recurrir a "los especialistas", qué se obtiene de estos estudios y hasta donde son fiables. Por ejemplo, es frecuente que la descripción de los testigos sea perfecta, pero que no se efectúe claramente la correlación con lo que se observa en superficie o entre sondeos próximos. En consecuencia habrá de abordarse la exposición de los métodos de perforación de sondeos, la interpretación de las anotaciones de las incidencias de perforación por el sondista, el significado del porcentaje de testigo según el método y útil empleado, los costes y los tiempos de ejecución, etc, ...

Las técnicas geofísicas también habrán de desarrollarse de forma complementaria. Interesa que realicen prácticas de interpretación sencilla, para pasar a exposiciones de las posibilidades y limitaciones y, sobre todo, al serio problema de coordinar los resultados geofísicos, los de sondeos mecánicos y contrastarlos con las hipótesis geológicas previas. Todo ello con tendencia a poder planear con acierto una campaña de reconocimiento y estudio de una zona.

En las técnicas geofísicas se incluyen las de registros de sondeos, cuya interpretación debe hacerse simultáneamente a las anteriores.

Las técnicas de ensayos es problema más difícil. Han de explicarse con su alcance, conveniencia o necesidad, limitaciones y dificultad de realización y de interpretación. Dejando bien claro cuando deben confiarse los estudios a los especialistas y cuál es su misión de enlace.

Mayor dificultad encierra la presentación de las técnicas para las que trabajan, el segundo estribo del puente enlace. Creo sinceramente que difícilmente puede efectuarse el reconocimiento del terreno para una obra sin saber cuál es el funcionamiento, misión, coste y transcendencia de un accidente. Por ello deben exponerse en un programa amplio cuáles son los métodos constructivos, incluidos los de corrección del terreno, el proceso de un proyecto y cuando éste pregunta al terreno y qué es lo que pregunta. Roturas, asientos, filtraciones en el terreno, duración en el tiempo de la obra, - consecuencias de la interrupción en el Servicio, transcendencia social y económica del retraso en la construcción, etc..

Es decir, deben abordarse los diferentes tipos de obras uno por uno, sin llegar a facilitar suficientes elementos para - que sean proyectistas, pero sí, cuantos sean precisos para - conocer todo el proceso del nacimiento, vida y muerte de las estructuras.

Terminaría el programa a base de la exposición y comentarios de diferentes casos, pero sin olvidar que la explicación de los errores y desastres es imprescindible, pero deben ir acompañadas de otros casos "sin problemas" para no crear un espíritu demasiado desconfiado y tremendista.

2º) Graduados en ingeniería.- En este caso es la geología y sus disciplinas las que constituyen el núcleo clave - del programa. Pero dado que la mentalidad es práctica, debe darse no a base de una exposición teórica o científica pura, sino mezclándose la teoría con casos prácticos que sirvan de "cebo", que expliquen previamente el por qué de esa materia. Por ejemplo, pueden exponerse los accidentes de presas en terrenos calcáreos para introducirles en las características - de las calizas, su proceso de formación e incidencia en los anteriores accidentes, su comportamiento mecánico en los empujes orogénicos y las zonas calcáreas dentro de la serie estratigráfica. Por supuesto no podrán excluirse los temas teóricos, ni tampoco los procesos de cartografía geológica.

Se podría prescindirse de las materias técnicas, cuya revisión podría hacerse a base de ejemplos del comportamiento de las diferentes estructuras en diversos terrenos.

Las técnicas de prospección habrían de desarrollarse en extensión análoga al caso anterior, pero incluyendo una buena dosis de fotogeología y eliminando algunas partes referente a maquinaria, que les son conocidas. La exposición de los ensayos in situ y en Laboratorio podrían realizarse de forma más simplificada y únicamente haciendo hincapié en su ejecución material.

3º) Cursos para geólogos e ingenieros.- Un curso único es difícil programarlo, porque no podrán evitarse temas que a unos les resulten elementales y a otros difíciles e incompletos. De hacerlo de forma única se conseguirá un ambiente, una inquietud y una comprensión, pero serán incompletos. - Habrá que recurrir a un desarrollo en paralelo, con temario único en lo que se refiere a las técnicas de reconocimiento, pero independiente en lo que atañe a la geología, ensayos y temas técnicos. Los desarrollos en paralelo deben completarse con exposición única de casos concretos y abundantes diálogos o coloquios.

4º) Cursos integrados en los centros específicos.- No se trata de plantear un programa completo, que superaría el alcance limitado de esta comunicación. Solo pretendo exponer - unos puntos a considerar. En primer lugar, parece que el periodo de enseñanza sería algo superior al de una titulación superior normal y que se ajustaría más a la escolaridad o du .

ración para obtener las titulaciones de doctor.

Además sería preciso que, si se trata de una Escuela - técnica Superior se diera entrada como profesores a geólogos, no ingenieros ni siquiera ingenieros-geólogos, para facilitar la formación geológica complementaria y si se trata de una - facultad de Geología se diera entrada a ingenieros. También parece que, al menos durante dos cursos finales, se desarrollarían las técnicas o materias complementarias, lo que también exigiría rebajar algo la profundidad de otras asignaturas previas y trastocar en parte los programas.

También cabría buscar soluciones a base de una estrecha colaboración entre los diferentes centros específicos de formación, para la realización de los programas de enseñanza de estos profesionales enlace.

V.- RECAPITULACION

Son bastantes las dificultades a vencer, máxime cuando actualmente el número de profesionales necesarios no es, en - muestra nación, lo suficientemente numeroso para justificar la creación de un nuevo centro independiente o autónomo encargado de esta tarea; pero creo que debe prestarse suficiente atención a este tema y facilitar el proceso de formación de estos profesionales cuya utilidad y necesidad es indiscutible.

*CENTROS DE INVESTIGACION DEL ESTADO.

Gómez Angulo, J.A.

Comisión Nacional de Geología

En el trabajo se expone la evolución que la investigación geológica, minera, hidrogeológica y geotécnica ha experimentado en nuestro País en los últimos 30 años.

Se divide este proceso en tres grandes etapas, que coinciden sensiblemente con la política autárquica, la apertura al exterior y la introducción de la técnica de planificación en el desarrollo.

Los Centros de Investigación del Estado, en función de su época de nacimiento, estuvieron matizados por alguna de estas políticas imperantes y reaccionaron de diverso modo ante el cambio de ellas.

En el trabajo se analizan los más importantes de los Centros del Sector y se llega a la conclusión de la necesidad de reestructurar a fondo, sin excepción, los Centros de Investigación de que el Estado dispone, si éste quiere seguir el papel moderno que internacionalmente se da a la acción estatal en el aprovechamiento de los recursos del subsuelo: planificación de las acciones, mejora de las infraestructuras de investigación y garantía de suministro, por acciones dentro y fuera del País, a las industrias de cabecera.

Título: LA ENSEÑANZA DE LA HIDROGEOLOGIA A NIVEL UNIVERSITARIO Y POST-UNIVERSITARIO.

Por: Manuel-Ramón Llamas Madurga

**Servicio Geológico de Obras Públicas
Dirección General de Obras Hidráulicas**

1. - INTRODUCCION

Qué es lo que debe enseñar, cómo y cuándo debe enseñarse y cuál es la finalidad de la enseñanza impartida, son las preguntas básicas que se plantea todo profesional de la docencia. Cuando este profesional trabaja en la docencia superior, la cuestión tiene todavía mayor interés, dada la actual y generalizada crisis universitaria.

No pensamos, sin embargo, que sea este artículo el lugar más adecuado para teorizar sobre la misión de la Universidad y de sus características comunes o distintivas de los demás centros de Enseñanza Superior. Una panorámica de los problemas planteados puede verse en las actas de la reunión de Viena, de Noviembre de 1970, de la Conferencia Permanente de Rectores y Vicecancilleres de Universidades Europeas, de las que transcribimos a continuación algunas afirmaciones que nos parecen significativas.

Hace 20 años escribía Albareda (1951), "La Universidad investiga, enseña, educa. Forma profesionales científicos, forma investigadores, forma hombres". Aunque las palabras de Albareda siguen teniendo vigencia en lo esencial, el panorama presenta hoy nuevos aspectos que no se pueden olvidar. Así, Draheim (1971) escribe: "Es obvio y natural que la abrumadora mayoría de los estudiantes no busca una carrera científica, sino una educación profesional, para la que no todas las facultades están adecuadamente preparadas". Es decir, que el tema de la formación científica ha pasado a segundo término en muchas carreras. Casadevall (1971) afirma, como Albareda, que la Universidad tiene dos misiones fundamentales: a) elaborar y transmitir conocimientos y, b) formar hombres y mantener la formación. Este segundo aspecto, aludido genéricamente como Educación Permanente, es indudable que cada vez va a adquirir mayor importancia. Por último, citaremos, de acuerdo con Lord Annan (1971) otra faceta importante de la Universidad, que es la de la selección y "control de calidad" de aquellas personas que luego han de desempeñar un papel importante en la

Sociedad. Es indudable que este nuevo marco de la Enseñanza Superior ha de influir también en la Enseñanza de la Hidrogeología.

Hace aproximadamente un año resumimos nuestro punto de vista sobre la formación de hidrogeólogos (cfr. Llamas, 1970); aquél artículo se basaba en un estudio relativamente detallado de la literatura sobre el tema, y en la información obtenida personalmente en el Seminario Internacional para Profesores de Hidrología, que tuvo lugar en el verano de 1969 en el campus de Urbana, de la Universidad de Illinois.

Las presentes páginas suponen una actualización y ampliación del citado artículo, gracias a la nueva literatura estudiada y a la información escrita y verbal obtenida durante la cuarta reunión del Grupo de Trabajo del Decenio Hidrológico Internacional sobre Educación en Hidrología. Esta reunión tuvo lugar en la sede de la Unesco en París, del 29 de Marzo al 2 de Abril de 1971.

En nuestro artículo citado vimos cómo la Hidrogeología en su sentido más amplio, se enseña en el mundo, bien como parte de la Geología Aplicada, bien como parte de la Hidrología general. Esta vez vamos a considerar a nivel mundial cuáles son los planes de estudio para enseñar la Hidrología general; luego se verán los que corresponden a la Hidrogeología propiamente dicha. Después, se hará un breve resumen de la didáctica o métodos docentes auxiliares para la Hidrogeología; por último, se expondrá la situación en España.

2. - LOS PLANES DE ESTUDIO PARA ENSEÑAR HIDROLOGIA

Es de esperar que en plazo no largo aparezca en la colección Technical Papers in Hydrology, de la Unesco, un trabajo titulado "Curricula and Syllabi in Hydrological Teaching", cuyo borrador, redactado por el Prof. Dvorak, fué revisado y aprobado, con ligeras modificaciones, en la ya mencionada cuarta reunión del Grupo de Trabajo sobre Educación en Hidrología. Entretanto, vamos a resumir aquéllos aspectos que puedan tener más interés para nuestro objeto.

Las diferencias en los sistemas de educación y en los niveles o titulaciones académicas son muy considerables de unos países a otros. Por tanto, todo intento de esquematizar los planes de estudio y programas de una disciplina cualquiera, suele exigir inevitablemente un considerable número de simplificaciones que pueden reducir el valor universal de las conclusiones. Por ello, en "Curricula and Syllabi" se insiste con frecuencia en el carácter incompleto que pueden tener sus datos y conclusiones.

Como es sabido, el sistema de tres ciclos, establecido recientemente en la Enseñanza Superior Española (Graduado, Licenciado y Doc-

tor), es muy similar al sistema tradicional de los Estados Unidos y la Commonwealth, (Bachelor, Master y Doctor). En la literatura anglosajona se denominan estudios de "undergraduate" los que corresponden al primer ciclo, y "graduate" los otros dos ciclos. En cambio, en la literatura de Europa occidental, suelen denominarse estudios post-universitarios o cursos para postgraduados, los que hacen aquéllos que ya obtuvieron la licenciatura o título similar.

Dentro de esta heterogeneidad, pueden distinguirse sin embargo, siguiendo a Dvorak, las siguientes formas de enseñar o aprender hidrología:

a) Carreras completas para formar hidrólogos, comenzando desde el primer ciclo o desde los estudios de "undergraduate". Existen en Leningrado y en Odesa, y también en algunos países de Europa Oriental. Existen también en la Universidad de Arizona; tienen una duración de 8 ó 9 semestres.

b) Hidrología general o Hidrología de superficie, o Hidrogeología, explicadas como parte de una asignatura, o como una asignatura con personalidad propia y mayor o menor extensión, en cualquiera de los tres niveles o ciclos. Estas asignaturas, unas veces son obligatorias y otras optativas; depende del tipo de carrera o especialidad, y también del sistema educativo. En general, las carreras que incluyen estas asignaturas en sus planes de estudio suelen ser, según Dvorak, Ingeniería (civil, agrícola, sanitaria, forestal y química), Geología, Geografía, Meteorología y Botánica.

Opina el mencionado Grupo de Educación de la Unesco que no es recomendable una gran especialización en Hidrología en el primer ciclo, a menos que existan especiales condiciones de empleo. Esta conclusión es válida, tanto para los países industrializados como para los que están en vías de desarrollo.

c) Puede distinguirse también una Enseñanza de la Hidrología a nivel postgraduado, pero no como una asignatura dentro de un plan de estudios de una Universidad, sino por medio de cursos especiales destinados, por lo general, a profesionales que ya trabajan en Hidrología o en áreas similares. En los últimos años, este tipo de cursos -muchos de ellos internacionales- se han multiplicado extraordinariamente. Como es lógico, los cursos son sobre distintos temas y con distinta duración. Así, por ejemplo, en estos momentos la Unesco patrocina diez cursos de este tipo: uno en Delft, de once meses de duración; cuatro en Budapest, Madrid, Pádua y Praga, de seis meses de duración y dedicados como el de Delft, a la Hidrología General; cada año tres cursos de verano para profesores de Hidrología, en EE. UU., Holanda y Rusia, cuya duración varía de 2 á 5 semanas; un curso en Haifa de tres meses, sobre Explotación de los Recursos Hidráulicos, y especialmente, del

Agua Subterránea. Y por último, un cursillo en Grazt, de un mes de duración, sobre técnicas de medición del flujo de las aguas subterráneas.

d) Por último, cabría hablar de la formación o enseñanza de investigadores, pero esta labor no puede, en realidad, hacerse sólo estudiando asignaturas. Por lo general, es una labor de "artesanía", cuya iniciación tiene lugar en un Instituto Científico o en una Universidad, bajo la dirección de un profesor u otro investigador experimentado.

El trabajo de Dvorak tiene el interés de transcribir una serie de planes de estudio con los correspondientes programas de sus asignaturas. No obstante, debido probablemente a su extensión, no puede dar una visión completa y detallada como la que figura en la publicación "Education in Hydrology United States Universities, early 1966", patrocinada por el University Council on Water Resources de los Estados Unidos. En esta publicación se resúmen los datos de una encuesta sobre el tema, contestada por 74 Instituciones docentes que, al parecer, corresponden a casi la totalidad de las instituciones que ofrecían en 1966 enseñanzas en relación con la Hidrología. No se incluyen, sin embargo, en esa publicación, las actividades educativas realizadas por organismos no universitarios, como es por ejemplo, el U. S. Geological Survey. Vamos a resumir a continuación algunos de los datos que nos parecen más característicos de dicho Informe.

El número total de profesores que se ocupaban de la Hidrología en alguna de sus áreas, era de 859; de ellos, algo más de la mitad eran ingenieros, una quinta parte geólogos, y otra quinta parte biólogos. El 70% de los profesores tenían el título de doctor y las tres cuartas partes de los profesores que tenían el título de master ó doctor, lo habían obtenido en los 16 últimos años anteriores a la fecha de la encuesta. Esto da una idea de la juventud de la Hidrología como Ciencia. No todos estos profesores dedicaban su tiempo de modo exclusivo a la Hidrología la dedicación media era del 50%; aquéllos que se dedicaban a la Hidrogeología tenían la máxima dedicación, que llegaba al 83%.

Del total de las 74 Instituciones, el número de Departamentos que incluían algún aspecto de la Hidrología entre las asignaturas de cualquiera de los tres niveles o ciclos de la Enseñanza Superior, era de 314; ello suponía, como media, que en cada Institución de Enseñanza Superior había 4, 4 Departamentos en los que, con mayor o menor extensión se explicaba la Hidrología.

En general, la Hidrología se enseñaba predominantemente en los cursos para graduados (master y doctor), lo que equivaldría a los dos últimos cursos de la licenciatura y a los cursos de doctorado en la Universidad española. Los títulos de las 12 asignaturas más frecuentemente explicadas en las 74 Universidades citadas, eran los siguientes:

Asignatura	Número de cursos
Hidrología(general)	52
Física del suelo	36
Flujo en canales abiertos	32
Hidrología subterránea	26
Ingeniería de recursos hidráulicos.	23
Geofísica y Geoquímica	20
Geomorfología	19
Flujo en medios porosos	17
Hidrología avanzada	17
Hidrogeología	16
Sismología	16
Ingeniería hidráulica	16

y continúa la clasificación hasta un total de 82 nombres de asignaturas. De esta lista, tres asignaturas (Hidrología subterránea, Hidrogeología y Flujo en medios porosos), están íntimamente ligadas con la Hidrogeología propiamente dicha.

3. - LA ENSEÑANZA DE LA HIDROGEOLOGIA

En la enseñanza de la Hidrogeología pueden distinguirse los tres procedimientos análogos a los cuatro últimos tratados de el apartado anterior. No sabemos que exista, ni parece que en bastantes años vaya a crearse, una carrera completa y específica desde el primer ciclo (bachelor). Es decir, se enseña como una asignatura o parte de asignatura de cualquier ciclo, o se aprende en cursos para profesionales ya graduados, como los que se hacen en la Universidad de Jerusalem (seis meses), o en Haifa (tres meses), o en el tercer ciclo en Hidrología de algunas Universidades Francesas, como París, Montpellier y Toulouse. Para la formación de investigadores, evidentemente, hay que recurrir a la "artesanía".

No conocemos ningún otro trabajo nuevo sobre este tema, aparecido después de nuestro mencionado artículo de 1970; por ello, volveremos a recordar brevemente las aportaciones de Walton (1964) y Neville George (1965). Se basa el primero en un cuestionario enviado en 1963 a casi un centenar de Centros de Enseñanza Superior de EE. UU. y Canadá. En ese año había en dichos países 67 Departamentos, que incluían en sus asignaturas Hidrogeología o Hidrología Subterránea; de ellos, 45 eran Departamentos de Geología y contaban con 51 docentes; 13 de Ingeniería y contaban con 17 docentes. Dicho profesorado, en lo que se refería a su formación, podía clasificarse de la forma siguiente: el 57% adquirió su formación hidrogeológica exclusivamente por el trabajo práctico de campo; el 26% carecía de experiencia práctica y de

estudios académicos en Hidrogeología; sólo un 13% indicaba que había adquirido una formación académica específica en Hidrogeología, y al mismo tiempo, tenían experiencia de campo.

En 1965, Neville George realiza, por encargo de la Unesco, un estudio sobre la enseñanza de la Geología en las Universidades; en su informe, del que sólo conocemos el texto provisional, analiza la situación en seis países: Alemania occidental, Checoslovaquia, Estados Unidos, Francia, Inglaterra y Rusia. El capítulo V del informe se dedica al tema de la Geología aplicada en las Universidades y Escuelas Técnicas Superiores y nos va a aportar datos de interés para nuestro estudio.

Hace ver George la necesidad de que el especialista en Geología aplicada sea un buen conocedor de los principios geológicos y, al mismo tiempo, un técnico experto en la exploración y evaluación de minerales útiles, en la solución de los problemas geológicos de las obras públicas, en la exploración de agua subterránea y petróleo, etc. Reunir ambas condiciones es difícil y hace que la formación en Geología aplicada sea más compleja y costosa que la formación en Geología "pura". De hecho, continúa George, la enseñanza superior en Geología aplicada, con un nivel verdaderamente profesional, es muy restringida y, aunque existe en los seis países, está localizada en un número de Instituciones relativamente escaso. Las instituciones, unas veces son las Universidades y otras, las Escuelas Técnicas Superiores.

Tanto en uno como en otro caso, el esquema de estos estudios suele ser relativamente similar: dos o tres años de estudios básicos de matemáticas, física, química y geología "pura", y luego, uno o dos años de especialización, con una gama más o menos amplia de materias: yacimientos minerales, geología del petróleo, hidrogeología, edafología, geología del carbón, técnicas de sondeos, geofísica, topografía, explotación de minas, geología aplicada a la ingeniería civil, etc. En las Instituciones americanas suele exigirse además un cierto número de asignaturas de tipo humanístico, económico o social, lo que en nuestra opinión constituye un claro acierto. Según Hufschmidt (1967), la participación de los Departamentos de Ciencias Sociales en la Enseñanza de la Hidrología, debería incrementarse para una mayor eficiencia en la formación de los estudiantes.

No obstante, hay que tener en cuenta que en muchas Universidades, la Geología aplicada a sus diversas subdivisiones -entre ellas la Hidrogeología- carece de personalidad propia y está frecuentemente acumulada a los Departamentos de Geología general, como asignatura de segundo rango o, simplemente, como parte de otras asignaturas.

La Hidrogeología, en concreto, suele estar enfocada a la exploración o localización de acuíferos, poniendo poca atención en los temas relacionados con la técnica de construcción de captaciones, cuestiones económicas, etc.

En las Escuelas de Ingeniería el planteamiento es similar, pero a diferencia de las Universidades, la Hidrología subterránea o la teoría del flujo en medios porosos suelen estar enfocadas hacia el estudio de los problemas geotécnicos conexos (drenajes agrícolas, cimentaciones, filtraciones bajo presas, etc.), si bien cada vez se presta mayor atención a los problemas en relación con la explotación de los embalses subterráneos, debido a la progresiva conciencia de su importancia económica.

De modo bastante general, la diferente formación de los hidrogeólogos (procedentes en gran parte de las Universidades y con una formación excesivamente teórica) y de los hidrólogos generales o de los ingenieros hidráulicos (ingenieros en su mayor parte y con un bagaje de conocimientos geológicos por lo general muy reducido), ha tenido como consecuencia que pocas veces se plantea todavía la utilización conjunta de las aguas superficiales y subterráneas en los estudios regionales de recursos hidráulicos (cfr. De Wiest, 1965, pp. 144).

No debe pensarse que este problema sea exclusivo de países como el nuestro, con un desarrollo tecnológico de tipo medio. Basta leer, por ejemplo, un artículo de Agnew (1968), para percatarse de las dificultades que presenta el diálogo o comunicación entre los geólogos y los ingenieros norteamericanos que se dedican a los temas hidráulicos.

4. - LA ENSEÑANZA DE LA HIDROGEOLOGIA EN ESPAÑA

1. - ANTECEDENTES

Para los profesionales que se ocupan de la planificación hidráulica general o de la exploración o explotación de las aguas subterráneas, es evidente que en los últimos seis o siete años las actividades educativas destinadas a mejorar la formación en este área han experimentado un crecimiento extraordinario, sobre todo a nivel de estudios de postgraduados. Las causas de este "boom" son diversas, desde gestiones de tipo muy personal, al aumento objetivo de la demanda de agua, especialmente para usos industriales o de abastecimiento, pasando por la colaboración de organismos internacionales como la FAO y la Unesco.

La Memoria redactada por la Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo Económico y Social (1968-1971), ha marcado un hito importante en la historia de la política hidráulica española. En dicho documento, a instancia nuestra, se incluyeron los dos párrafos siguientes:

"Por último, diremos que los dos grandes obstáculos para la utilización a mayor escala de las aguas subterráneas en España son: en primer lugar, la escasez de técnicos debidamente preparados en este campo, y en segundo, la Ley de Aguas ... (pág. 46)".

"La formación de técnicos parece que es la piedra angular, la conditio sine qua non para desarrollar con éxito cualquier programa futuro. No cabe pensar que el país puede desarrollar adecuadamente la utilización de los recursos subterráneos sin contar con un plantel suficiente de especialistas en Hidrología subterránea. El número de personas con experiencia y conocimientos modernos en este campo es, hoy día, en España -como en la mayor parte de los países-, netamente insuficiente. (pág. 47)".

Vamos a ver en lo que sigue cuál es la situación actual y la posible evolución futura.

2. - ENSEÑANZA EN EL SEGUNDO CICLO UNIVERSITARIO

Entendemos por segundo ciclo Universitario la enseñanza que hoy se imparte en las Facultades de Ciencias o en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería, en los cursos 4º. y 5º, ya que de acuerdo con la nueva Ley General de Educación, el primer ciclo de la Enseñanza Universitaria constará de tres años, y el segundo, de dos años.

Según nuestros datos, en ningún centro docente de nivel universitario español se explica en el primer ciclo, como asignatura independiente, la Hidrogeología, aunque parece lógico suponer que en las asignaturas de Geodinámica externa de las Facultades de Ciencias o en las de Geología aplicada de Agrónomos o Caminos, se dedicarán algunas lecciones al tema de las aguas subterráneas; análogamente, en las asignaturas de Mecánica de Fluídos y/o de Hidráulica, algo deberá decirse del Flujo en Medios Porosos o de Hidráulica de Pozos.

La Hidrogeología existe en el Plan de Estudios de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Minas de Madrid y Oviedo (B. O. E del 16. X. 70), donde figura como asignatura cuatrimestral en 5º Curso, en la especialidad de Geología y Geofísica. Nos consta que esta asignatura es explicada desde hace años en la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid por el conocido profesor D. Antonio Almela.

En el plan de estudios de 1957 de las Escuelas T. S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid y Valencia, existía en 5º Curso una asignatura titulada "Hidrogeología y Captaciones de Agua". Esta asignatura fue suprimida del plan de estudios de 1964 y ha continuado suprimida en el plan de estudios de 1970 (B. O. E. del 12. X. 70).

En los planes de estudios de las Escuelas T. S. de Ingenieros de Caminos de Madrid, Valencia y Santander, tampoco existe dicha asignatura con personalidad propia. Parece, sin embargo, que en la Escuela de Valencia va a ser incluida en breve.

En el plan de estudios de 1960 de las secciones de geológicas de las Facultades de Ciencias, se incluyó como posible materia para explicar por un profesor agregado, dentro del Departamento de Geomorfología y Geotectónica, la "Geodinámica externa e Hidrogeología". En 1970 se ha convocado por primera vez una oposición para cubrir un puesto de profesor agregado, con esta denominación, en la Universidad de Salamanca. De hecho, parece que en muy pocas Facultades se explica actualmente esta materia con la debida extensión y profundidad.

A finales de 1969 y a petición de la Sección de Geológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, el Ministerio de Educación y Ciencia dota una plaza de profesor agregado de Hidrogeología, convocándose la oposición en febrero de 1970. Esta es, pues, la primera vez que en la historia de la Enseñanza Superior Española se reconoce oficialmente a la Hidrogeología como una materia con cuerpo de doctrina propio. En efecto, las demás asignaturas mencionadas no tienen un "status" consolidado, mediante la adscripción oficial a una cátedra, o al menos, a un puesto de profesor agregado con esa denominación exclusiva, y tanto la asignatura como su profesor, tienen forzosamente un cierto carácter de provisionalidad. Lo dicho sobre las Escuelas de Ingenieros Agrónomos confirma, en cierta forma, esta situación inestable.

Contrasta la situación descrita con lo que proponía el Informe de la Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo (1967, pág. 47), en donde, después de predecir la eficacia y el interés de los cursos post-universitarios que acababan de iniciarse, continúa: "A largo plazo y sin pretender quitar importancia a los mencionados cursos de especialización, desarrollados al margen del Ministerio de Educación y Ciencia, pensamos que este tipo de enseñanza no cubre todas las necesidades del país, sino que, simplemente, viene a desempeñar un papel análogo al de las academias de formación acelerada de oficiales en tiempo de guerra.

Sería muy conveniente que el Ministerio de Educación y Ciencia incluyese en los planes de estudio de las Escuelas Técnicas Superiores y de las Facultades de Ciencias, las correspondientes Cátedras o Departamentos".

Sin embargo, no quisiéramos dar la impresión de que tenemos una visión pesimista sobre el futuro de la Enseñanza de la Hidrogeología a nivel del segundo Ciclo. La aparente lentitud de reacción del Ministerio de Educación se debe, probablemente, a la crisis de crecimiento que está experimentado de modo especialmente agudo la Universidad Española, que acusa de modo general, una relativa escasez de profesores y una excesiva falta de especialización (cfr. De Miguel, 1970).

3. - LA ENSEÑANZA EN EL TERCER CICLO (DOCTORADO) Y LA FORMACION DE INVESTIGADORES .

Según nuestra información, la Hidrogeología figura como curso monográfico de doctorado en la Facultad de Ciencias de Barcelona, desde hace siete años; en la Facultad de Ciencias de Madrid, desde hace seis años. La Facultad de Farmacia de Barcelona organiza periódicamente cursos monográficos sobre Hidrogeología e Hidroanálisis. Es posible que en estos momentos alguna otra Facultad también haya incluido la Hidrogeología entre los cursos de doctorado.

Como es sabido, los cursos monográficos de doctorado tienen una duración e intensidad muy variable, según las Facultades y los profesores encargados de ellos. Con relativa frecuencia se reducen a unas pocas lecciones magistrales y/o a varias sesiones de seminario, o, simplemente, a la dirección personal de un trabajo de investigación o síntesis bibliográfica. Por ello, quizás sería más representativo conocer las tesis doctorales presentadas últimamente sobre temas hidrogeológicos y aquellas que están en curso de realización.

Según nuestra información, probablemente incompleta, en los últimos tres o cuatro años únicamente se han presentado, una tesis de Hidrogeología en la Universidad de Madrid y otra en la de Barcelona. Es probable que en estos momentos haya en curso de realización unas diez o doce tesis, repartidas entre las Universidades de Barcelona, Madrid, Murcia ... Posiblemente ha contribuido eficazmente a la promoción de vocaciones de investigadores en este área la creación hace tres años de las becas para la formación del profesorado superior y de investigadores.

A las cifras anteriores hay que añadir las tesis doctorales que puedan estar preparándose en las Escuelas Técnicas Superiores. Concretamente, sabemos que en las E.T.S. de Caminos y de Minas, la Hidrogeología está incluida como asignatura optativa del doctorado. Según una comunicación personal del profesor Almela, está a punto de terminarse una tesis sobre Hidrogeología en la Escuela de Minas de Madrid; está bastante avanzada la realización de una tesis sobre Metodología para la separación de los componentes de las escorrentías de origen superficial y subterráneo en la Escuela de Caminos de Madrid. De las demás Escuelas Técnicas Superiores no tenemos información, pero es probable que, dada la relativa juventud de los estudios de doctorado, el número de tesis en curso de realización sea muy reducido.

4. - LOS CURSOS DE POSTGRADUADOS

No repetiremos aquí lo que ya escribimos "in extenso" el año pasado sobre el origen y características principales de los tres cursos para postgraduados y de los dos cursillos que entonces se daban en España, (cfr. Llamas 1970). Quizás baste recordar que el precedente de todos ellos fué un Seminario de Hidrogeología, de cuatro semanas de duración que tuvo lugar en Madrid en 1965 bajo el patrocinio de la Dirección General de Obras Hidráulicas. En 1966 comenzó el Curso de Hidrología General y Aplicada, organizado en Madrid por la Dirección General de Obras Hidráulicas y la Unesco; en 1967 comenzaron el Curso de Hidrogeología de Madrid y el Curso Internacional de Hidrología Subterránea de Barcelona, el primero patrocinado por el Instituto de Geología Económica del C. S. I. C., y el segundo, por una fundación privada de Barcelona, la Dirección General de O. H. y el Instituto Jaime Almera del C. S. I. C.

Los tres cursos tienen una duración de seis meses, y continúan realizándose desde 1967. Tienen características similares a los cursos de los años anteriores, en lo que se refiere a duración, número de participantes, profesorado, etc., como puede comprobarse leyendo los prospectos que los anuncian o las crónicas de sus respectivas inauguraciones, en Enero de 1971, publicadas en las páginas 85-97 del número 3 de la revista "Hidrología". Quizás la única modificación significativa sea que, a partir de 1971, la Dirección General de Obras Hidráulicas patrocina también el Curso de Hidrogeología de Madrid.

En 1967 comenzó también un Cursillo de Hidrogeología aplicada, de dos meses de duración, patrocinado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, el Instituto Geológico y Minero y la FAO. Todos estos cursos nacen patrocinados o coordinados, de una forma más o menos directa, por el Instituto de Hidrología del C. S. I. C. (cfr. Briones, 1969).

Por último, podría añadirse también a este tipo de actividades docentes, el cursillo titulado "Introducción a la Hidrología del Karst", patrocinado conjuntamente por el Departamento de Geomorfología y Geotectónica de la Facultad de Ciencias de Madrid y por el Instituto de Hidrología. Este curso no está destinado exclusivamente a postgraduados como los cuatro anteriores. (cfr. Heras, 1969).

En nuestra opinión, el mensaje más importante de este tipo de enseñanzas puede ser su valor práctico (cfr. Davis 1969) para enseñar las "bases del oficio" a aquéllos geólogos o ingenieros que durante sus estudios no recibieron una formación suficiente en este campo. Pensamos que todavía, durante unos cuantos años, convendrá seguir organizando estos cursos con unas características análogas. Servirán para

para continuar formando a los graduados nacionales y a los extranjeros -especialmente iberoamericanos- que en número creciente solicitan la inscripción cada año. Más adelante, cuando la Hidrogeología sea una auténtica asignatura en los centros españoles de Educación Superior, es probable que convenga reducir el número de cursos de estas características y/o transformarlos en otro tipo de cursos. Por ejemplo, en los cursos de "puesta al día" (refreshment courses), por los que, según Mosterman (1970), deberían pasar los profesionales cada cinco años, para disponer de una formación actualizada.

No queremos terminar sin decir que el principal motivo que nos ha movido a escribir estas líneas es el deseo de fomentar el desarrollo de la Hidrogeología en nuestro país, pues estamos convencidos de que la utilización de las aguas subterráneas debe jugar un papel muy importante en nuestra política hidráulica futura. Por ello, cualquier deficiencia o laguna en la información que ahora presentamos, es totalmente ajena a nuestra voluntad y de antemano agradecemos todo nuevo dato que pueda sernos proporcionado con vistas a su inclusión en futuros trabajos.

BIBLIOGRAFIA

Agnew, A. F. (1968) "The Geological Profession and Ground Water", Ground Water, Vo 6, Nº. 1, pp. 5-9.

Albareda, J. M. (1951) "Consideraciones sobre la Investigación Científica", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 445 pp.

Annan, (1971) "La Misión Distintiva de la Universidad en la Estructura de la Enseñanza Superior", Boletín del Centro de Documentación, Madrid, Nº. 38, pp. 32-35.

Briones, F. (1969) "El Decenio Hidrológico Internacional", Agua Septiembre-Octubre, pp. 5-14.

Casadevall, A. F. (1971) "El Acceso a la Universidad", Boletín del Centro de Documentación, Madrid, Nº 38, pp. 36-39.

Comisión de Recursos Hidráulicos (1967), "II Plan de Desarrollo" Boletín Oficial del Estado, Madrid, 531 pp.

Davis, S. N. (1969) "Ground-Water Training in Barcelona, Spain", Ground Water Vo. 7, Nº 6, pp. 21-23.

- De Miguel, A. (1970) "Las Necesidades de Profesores y Centros en la Reforma Educativa Española", Atlántida, Sept. -Octub.
- De Wiest, R. J. M. (1965), *Geohydrology*, Wiley, New York, 366 pp.
- Draheim, H. (1971) "Movilidad de los Estudiantes entre las Instituciones de Enseñanza Superior", *Boletín del Centro de Documentación*, Nº. 38, Madrid, pp. 39-42.
- Evans, D. D. and Harshbarger, J. W. (1969) "Curriculum Development in Hydrology", *International Seminar for Hydrology Professors*, Urbana, 13-25 July, Reprint 20 pp.
- George T. Neville (1965) "Enseignement de la Géologie dans les Universités". Texte provisoire préparé pour l'Unesco.
- Heras, R. (1969) "Hydrology Education in Spain", *International Seminar for Hydrology Professors*, Urbana, 13-25 July, Preprint 11 pp.
- Hufschmidt (1967) "The Role of Universities in Water Resources Education: The Social Sciences". *Water Resources Research*, Vo. 3, Nº. 1, pp. 3-9.
- Llamas, M. R. (1970) "La Formación de Expertos en Aguas Subterráneas". *Agua*, Julio-Agosto, pp. 4-22.
- Mostertman, L. J. (1970) "Manpower Requirements, Training Research. Technical Assistance Policies". *United Nations Panel of Experts on Water*. Buenos Aires, 8-13 June 1970, Document ESA/RT/AC.1/29.
- UNESCO (1971) "Decenio Hidrológico Internacional. Informe del Grupo de Trabajo sobre Enseñanza de la Hidrología". Tercera Reunión, París, 29 marzo-2 abril (en preparación).
- Universities Council on Water Resources (1967), *Education in Hydrology*. United States Universities, Early 1966. *Water Resources Center*. University of California, Los Angeles. 44 pp.
- Walton, W. C. (1964) "Educational Facilities in Ground Water Hydrology and Geology in the United States and Canadá." *Ground Water*, Vo. 2, Nº. 3, pp. 21-25.

P.

PORTUGAL

O ENSINO DA GEOLOGIA A NÍVEL SECUNDÁRIO COM
VISTA À PREPARAÇÃO DE PESSOAL TÉCNICO E CIENTÍFICO

C. F. TORRE DE ASSUNÇÃO

Faculdade de Ciências de Lisboa

1 - O ensino da Geologia a nível secundário (liceus e escolas técnicas elementares) tem estado normalmente, entre nós, integrado nas disciplinas de Ciências Geografico-Naturais (1º. ciclo do ensino secundário) e de Ciências Naturais nos restantes ciclos do mesmo ensino. Embora os programas tenham sido várias vezes mais ou menos modificados, o seu conteúdo e, bem assim, os métodos de ensino não experimentaram profundas mudanças ao longo, pode dizer-se, do último meio século. Apenas fugazmente em uma das reformas dos liceus se estabeleceu o ensino da Geologia como disciplina independente (no 6º e 7º anos). Já outra reforma-que vigorou em período um pouco mais longo- marcou atitude bem oposta, pois eliminou praticamente o ensino da Geologia no curso complementar liceal, com a criação de um semestre de Ciências Biológicas e outro de Ciências Geográficas, sendo neste último ministradas algumas noções de Geologia.

Quanto a métodos, mau grado a realização em escala aliás muito limitada de trabalhos práticos, as preocupações informativas têm predominado impedindo-se, deste modo, um ensino de índole essencialmente formativa. Chegou-se mesmo ao ponto de, em uma remodelação do ensino liceal, que vigorou durante parte da década de 30, a afirmar, nas normas que precediam o programa, que as Ciências Naturais deveriam ser ensinadas, seguindo-se apenas o livro adoptado, limitando-se o professor a esclarecer uma ou outra questão mais difícil e só excepcionalmente recorrendo a demonstrações experimentais. Assim se definia uma linha de rumo desligada da observação e baseada quase unicamente na

capacidade menésica do estudante. Criou-se, desta forma, ideia que persiste ainda hoje, não só em estudantes como em muitas outras pessoas, de que o estudo das Ciências Naturais implica apenas um esforço de memória, tendendo a satisfazer as exigências do exame; passado este seria normal e aceitável esquecer as noções "estudadas", já que elas pouco ou nenhum significado teriam para a preparação profissional do estudante e para a sua cultura geral.

Vários factores, além da natureza defeituosa dos programas, convergiam para desvalorizar o ensino das Ciências Naturais. Entre outros haverá que destacar:

- a) A falta de preparação pedagógica e até científica de muitos dos agentes do ensino, o que não significa que se deva ignorar a boa vontade e até devoção de tantos desses agentes;
- b) As deficiências de apetrechamento traduzindo-se, frequentemente, pela inexistência de verdadeiros gabinetes para o ensino de História Natural, em estabelecimentos não só particulares mas até oficiais;
- c) A rigidez dos horários escolares e a pobreza ou ausência de dotações, factos que impediam as excursões de estudo e a recolha no terreno de exemplares, bem como o exame das suas condições de ocorrência;
- d) O número excessivo de alunos por turma;
- e) A falta (quanto à orgânica do ensino) de um carácter inter-disciplinar, não obstante o regime de classe que vigorou ao longo de todo o curso secundário, durante largo período.

Todas estas circunstâncias foram contribuindo para colocar as Ciências Naturais em posição inferior relativamente a outras disciplinas, de tal modo que se formou, mesmo no espírito dos professores liceais, de outros grupos, a convicção de que aqueles ramos do conhecimento não seriam mais do que proto-ciências, apenas merecedoras de um interesse muito subordinado, no elenco do ensino secundário. Por seu lado, os livros de texto, representando com frequência, esforço meritório, não podiam deixar de reflectir as deficiências dos programas e outras limitações decorrentes da orgânica geral do ensino. No caso que nos interessa, sucedia até que os autores daqueles livros se viam obrigados a neles incluir capítulos suplementares (não exigidos pelo programa) onde tratassem de matérias indispensáveis à compreensão de

outras que o programa incluía. Tal era o caso dos minerais essenciais das rochas, cujo estudo deveria ter precedência sobre as noções de petrografia exigidas pelo programa.

Refira-se ainda o carácter a bem dizer exaustivo de vários capítulos desses livros, onde figuravam noções já desactualizadas e que poderiam ter, quando muito, interesse meramente histórico.

2 - Ora as Ciências Naturais merecem sem dúvida melhor sorte. Recorde-se, previamente uma definição capital - a de cultura - tal como foi proposta, há poucos anos, pela "Association des Professeurs de Biologie et Géologie de l'Enseignement Public" de França: "a cultura é o conjunto dos conhecimentos e reflexões que conduzem a uma tomada de consciência que permita ao homem situar-se e agir individual e colectivamente no estágio contemporâneo de evolução do mundo". O conceito de cultura, assim compreendido, fica estreitamente vinculado aos problemas fundamentais que o homem tem de defrontar actualmente na sociedade e no seu ambiente natural. Está-se pois muito longe da cultura - simples erudição - unicamente interessada em factos e doutrinas do passado.

Os dados da Geologia e da sua associada - a Biologia - são hoje indispensáveis para a tomada de consciência referida naquela definição. Não será, por certo, pequena a contribuição das Ciências Naturais para criar no homem uma atitude científica, em face dos problemas vitais que lhe são postos pela necessidade de um equilíbrio entre a civilização industrial e a preservação dos ambientes naturais indispensáveis às sociedades humanas. Aquelas ciências ocupam posição original no conjunto das disciplinas professadas a nível secundário. Por um lado, os objectivos do seu estudo são caracterizados pela complexidade dos fenómenos em jogo, com as suas incessantes transformações, a ritmos muito variados, controlados por múltiplos factores, dos quais nenhum deve ser desprezado. Por sua vez, as Ciências Naturais têm situação axial relativamente às outras disciplinas, visto que através delas é possível desenvolver o gosto pela observação e a expressão verbal e escrita, bem como a compreensão de conceitos capitais de outras ciências (Física, Química, Geografia, Ciências Económicas e Sociais, etc). Há pois que reagir contra a ideia de que a Geologia e

a Biologia sejam apenas um amontoado de factos, mais ou menos sistematizados. A validade do seu ensino na formação integral do homem e o seu lugar no humanismo moderno são evidências que nenhum espírito esclarecido pode hoje contestar. Nestas condições o mesmo ensino deve contribuir fortemente para o carácter inter-disciplinar de todo o ensino secundário.

3 - O ensino secundário deverá estar aberto a todos por forma a que nos aproximemos, e rapidamente, dos princípios estabelecidos no artigo 26º da Declaração Universal dos Direitos do Homem: "Todos têm direito à educação. Esta deve ser gratuita, pelo menos no ensino elementar e fundamental. O ensino elementar é obrigatório. O ensino técnico e profissional deve generalizar-se; o acesso aos estudos superiores deve abrir-se a todos, em plena igualdade, em função dos méritos de cada um".

João XXIII, na Encíclica "Pacem in Terris", consagra também, e em palavras inesquecíveis, esse mesmo direito: "Deriva igualmente da natureza humana o direito de participar dos bens de cultura e, portanto, o direito quer a uma instrução fundamental, quer a uma formação tecnico-profissional de acordo com o nível de desenvolvimento da própria comunidade política. Para isto se deve facilitar o acesso aos mais elevados graus de instrução segundo os méritos pessoais, de tal modo que os homens, tanto quanto possível, possam ocupar lugares e responsabilidades na vida social conforme as suas aptidões e capacidades adquiridas".

Será nos liceus, tal como são considerados nos recentes projectos de reforma do ensino nacional, que se procederá, em boa parte, à selecção dos estudantes aptos para o ingresso na Universidade e diremos "em boa parte" porque não se deverá ignorar a possibilidade desse ingresso para candidatos de outras proveniências; nestes casos, às Escolas universitárias dever-se-á reconhecer, dentro do quadro da autonomia cuja concretização se impõe cada vez mais, a competência para organizar as provas de admissão consideradas indispensáveis, ou para admitir sem essas provas os candidatos, sempre que o seu "currículum" académico seja julgado suficiente.

Desde logo julgamos que o liceu deverá ser a escola onde se professa um ensino equilibrado por forma a que, simultaneamente com o

conteúdo científico e técnico elementar, se leve a cabo uma autêntica educação humanística. De sorte que o problema não é, de maneira nenhuma, reabrir a polémica da velha cultura e da nova cultura, antes se trata de conseguir que as duas culturas - digamos de modo breve e certamente simplista - a literária e a científica - convirjam numa perfeita integração.

Fala-se hoje muito em humanismo e humanismo moderno. Tem-se procurado singir de perto estes conceitos e até, com todo o risco que tal critério implica, traduzi-los mediante definições concisas. Num das últimas reuniões da Comissão de ensino geral e técnico do Conselho da Europa (Málaga - 1967), os respectivos grupos de trabalho ocuparam-se da questão, com certo pormenor. Os relatórios publicados vão-nos guiar, em parte, na breve exposição que segue. O humanismo consiste no respeito do homem em sentido tão amplo quanto possível, isto é na recusa de desenvolver exclusivamente um aspecto particular em detrimento do conjunto da personalidade. Impregnado deste espírito largo e tolerante, com base nas realizações e experiências dos séculos precedentes e consciente dos nexos que o ligam aos homens do passado, aos do presente e aos do futuro, o indivíduo deve poder realizar-se completamente no seio da sociedade contemporânea.

Sem dúvida que, no curso da história, existiu sempre no ensino atitude humanista. Mas nunca, como faz notar Henri Levarlet (Secret. Gen. du Minist. de l'Éducation Nat. et de la Culture - Belgique) esse "humanismo de escola" se integrou na civilização do momento e nos diversos aspectos da vida.

Chegámos ao dia de hoje e ainda, no geral, vemos a escola amarrada a uma concepção de humanismo que apenas conviria se o ensino secundário continuasse, como em outros tempos, reservado a uma "clique" para a qual nem o presente nem o futuro oferecessem graves problemas. Ora sucede que por toda a parte (ainda que em escala diversa) se prolonga a escolaridade obrigatória e o ensino secundário tende cada vez mais a deixar de ser apanágio de um pequeno número.

O humanismo actual terá então que se abrir sobre a vida, como aliás o tentaram fazer através dos séculos, Copérnico, Kepler e Gali-

leu; Newton, Leonardo, os enciclopedistas e tantos mais. Urge pois instituir um ensino equilibrado e activo, não "ex cathedra", onde programas e métodos sejam atraentes.

Dediquemos agora um pouco de atenção aos aspectos gerais desses programas e métodos. Haverá que reconhecer, em concordância com os conceitos actuais, valor semelhante a todas as disciplinas do ensino liceal, no que toca ao papel que desempenharão na formação humanista: "Humanidades" e "Ciências" são factores complementares na educação moderna. Não serão apenas o Português e o Latim, a História e a Filosofia, etc. que contribuirão para aquela formação, mas todas as disciplinas desde que sejam ensinadas em atitude humanista. Será mesmo talvez possível elaborar uma lista, ainda que incompleta, dos valores de índole humanista contidos nas diferentes disciplinas, sejam elas, literárias, científicas, técnicas ou artísticas;

- a) Espírito de observação e curiosidade intelectual.
- b) Consciência do trabalho realizado e hábitos de rigor e de precisão.
- c) Sentido das responsabilidades.
- d) Probidade moral e intelectual; sinceridade para com os outros e para consigo próprio.
- e) Sentido de dignidade em ligação com toda a tarefa realizada.
- f) Desenvolvimento dos hábitos do trabalho de grupo e ampla troca de ideias, de onde decorrerá a criação de um espírito de mútua compreensão e tolerância.
- g) Despertar do sentimento estético, por exemplo através da busca de uma perfeição cada vez maior.

E em plano porventura mais elevado:

- h) Elaboração de certos conceitos, a partir da observação e da experiência.
- i) Tomada de consciência das possibilidades intelectuais.
- j) Desenvolvimento do espírito de síntese e de análise.

Impõe-se, assim, uma pesquisa sistemática dos elementos humanistas contidos em cada disciplina.

Fácil será reconhecer como os valores da lista anterior são capitais para a formação completa e equilibrada de técnicos e cientistas.

4 - Foi de acordo com as linhas gerais acabadas de expôr, que desde 1968 (no Liceu de Pedro Nunes) se iniciou (em continuidade com trabalhos de preparação feitos prèviamente) uma experiênciã pedagógica, por enquanto limitada às classes do curso complementar dos liceus. Eis aqui os aspectos mais relevantes dessa experiênciã. Elaboraram-se novos programas, bastante flexíveis, e um conjunto de normas quanto aos métodos de ensino. Acima de tudo tenta-se criar um ensino activo, substituindo as aulas de mera exposição magistral por sessões onde os alunos participem activamente sob a orientação do professor. As turmas passam a ter número limitado de alunos, não superior a 25. Em cada sessão o aluno, trabalhando individualmente ou associado a um colega, tem perante si o material que documenta o assunto tratado nessa aula. Dá-se preferência a exemplares autênticos (minerais, rochas, fósseis, etc.) desempenhando os modelos, quadros murais, etc. apenas papel supletivo. Tornam-se tão frequentes quanto possível as excursões e explorações no terreno. Os livros de texto foram redigidos segundo planos profundamente diferentes dos até aqui adoptados. Não houve preocupações de excessiva sistematização, fugindo-se a esquemas de definições e classificações apriorísticas (v.g. listas de sistemas cristalográficos, de classes de simetria, de espécies minerais, de rochas) cuja memorização era hábito impôr, sem ter havido prévia e suficiente observação. O critério adoptado é então o que se exemplifica, para o caso dos sistemas cristalográficos e das classes de simetria: escolhem-se (6º. ano) uns tantos cristais, o mais perfeitos possível, o que permite, com o apoio do goniómetro de aplicação, descobrir diferentes tipos de simetria, mas sem o intuito de dar uma lista completa de todas as classes, a qual será apresentada, e apenas a título consultivo, no 7º. ano, após se ter explicado sucinatamente como é possível estabelecer, a partir da lei de Hauy, os diferentes grupos de simetria.

Considera-se conveniente terminar com a distinção entre aulas teóricas e práticas; todas as aulas terão, em consequência, carácter mixto, ficando o professor com a liberdade necessária de imprimir a cada sessão a índole que julgar mais apropriada. Por esse motivo, intercalam-se, com frequência, nos textos, indicações para a execução de trabalhos práticos. A intenção formativa domina, portanto, todo

o método do ensino e a maneira como estão elaborados os livros de texto. Estes são, aliás, tão-somente um documento de base, deixando ao professor completa iniciativa, quer quanto à maior ênfase a conceder a este ou àquele assunto, quer no tocante a aspectos regionais, que obviamente deverão condicionar o ensino da geologia. Outros aspectos que merecem atenção nesses livros de texto são os respeitantes às noções de mineralogia, petrografia, geodinâmica, etc.. Toda a exposição sobre esses assuntos é conduzida o mais possível com base na observação (na aula e no terreno) e em experiências de fácil realização. Deste modo, os aspectos puramente descritivos são confinados em simples tabela ou listas - dados a título consultivo, cabendo portanto ao aluno, orientado pelo professor, elaborar as descrições dos exemplares e dos fenómenos que estejam no seu campo de observação. Por sua vez, o tratamento de certos temas (v.g. mineralogénese e petrogénese; magmatismo e granitização; orogénese; migração dos continentes) tem menos por objecto a apresentação de factos e de variadas interpretações, do que a criação de uma atitude científica, bem aberta à crítica e à discussão, embora evidentemente a nível elementar.

O espirito inter-disciplinar - em concordância com o que foi antes referido (2) - afirma-se por seu lado, em muitos passos dos textos: assim sucede com a Geometria que preside no 7º. ano, ao capítulo da Cristalografia Morfológica; com a aplicação de conceitos e meios de expressão (v.g. diagramas) fisico-químicos a vários capítulos da Mineralogia, Petrologia e Geologia; com as relações entre os estudos petrográficos e a Geografia quer física, quer humana, etc..

Julga-se, em conclusão, que a orientação seguida na experiência pedagógica em curso, deverá ser integrada na reforma de conjunto do ensino nacional que actualmente se prepara. E que, por sua vez essa experiência poderá contribuir para a melhoria da preparação dos cientistas e técnicos que se dediquem à Geologia.

ACTUALIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA NO DOMÍNIO DA
GEOLOGIA ECONOMICA

L. AIRES - BARROS

Prof. do Inst. Sup. Técnico
Universidade Técnica de Lisboa

É o ensino pós-universitário, ligado ou não à Universidade, que pode dar solução aos pressupostos levantados pela actualização científica e técnica no domínio da Geologia Económica. Vamos limitarmo-nos à análise da acção das pós-graduações universitárias, deixando de lado todo o cortejo de outras manifestações muito válidas que carregam soluções para o mesmo problema.

Em primeiro lugar, e olhando para a valorização do ensino e investigação realizados na escola, os cursos de pós-graduação são seguro meio de promover o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica, além de serem processo renovadamente actuante de actualização do pessoal docente.

Quer isto dizer que a escola superior que não possua cursos de pós-graduação corre o risco grave de ver os seus docentes estagnarem e de perder larga soma dos seus alunos mais válidos.

É nos cursos de pós-graduação que os docentes têm possibilidade de elaborarem as suas exposições, de conduzirem, em equipa, as suas investigações a domínios profundos, de eleger, com conhecimento, os seus colaboradores mais idóneos.

Em segundo lugar, para além da função, digamos interna, que os cursos de pós-graduação desempenham, eles têm outra faceta em que se entrelaça o interesse interno da Universidade com os interesses imediatos da sociedade em que se situa.

Efectivamente estes cursos de pós-graduação têm como função proporcionar aos formados pela Universidade, em qualquer altura da sua vida profissional, o aprofundamento e a actualização científica e técnica de que tantas vezes carecem.

No domínio da engenharia, a pós-graduação virada para a actualização científica e tecnológica só será bem realizada, dada a complexidade dos assuntos a tratar, se congregar na sua consecussão a colaboração, no seio da Universidade, de todas as pessoas e instituições públicas capazes (Laboratórios e Institutos de Investigação) e particulares (v.g. a Indústria), e portadoras de conhecimentos específicos e profundos.

O facto de uma escola superior oferecer um leque de pós-graduações não significa que cubra as necessidades integrais do meio exterior. É

evidente que o naipe de opções oferecidas depende das pessoas com que a Universidade conta, seus docentes e também seus colaboradores do exterior que agregará a si sempre que o ache útil e necessário.

Mas para além das pós-graduações com certa permanência, porque os interesses sócio-económicos do país o exigem, para além, ainda, das pós-graduações de duração mais efémera, produto da convergência de interesses de um grupo de docentes e discentes, grupo pequeno e que conduz trabalho em profundidade, de que resultam teses sobre determinado tema; para além destes dois tipos de cursos, haverá que aceitar um terceiro. Este último tipo é aquele que é solicitado do exterior, hoje sobre um tema amanhã, por outro grupo, sobre outro assunto. Pode suceder que a descoberta de determinado tipo de jazigos minerais exija que a Universidade promova esforços acentuadamente polarizados sobre dado assunto, durante certo lapso de tempo (v.g. estudo, prospecção e exploração de jazigos uraníferos e mais recentemente prospecção e exploração de jazigos petrolíferos).

A ausência de cursos de pós-graduação de organização sistemática, no domínio da Geologia Económica tem tido consequências funestas não permitindo a condução em profundidade de certos domínios da investigação geológica, quer fundamental, quer nas aplicações. Tem inibido a fixação de docentes em potência ou, o que é pior, permitido a fuga de docentes válidos, mas não se podendo realizar intelectual e economicamente adentro da Universidade. E, "the last but not the least", não tem permitido que a Universidade possa corresponder pronta e eficazmente a solicitações que com certa premência se têm posto no nosso país. E, neste particular, poderemos avançar três casos que nos últimos vinte anos irromperam com carácter explosivo dentro do campo da Geologia Económica. Referiremo-nos, em primeiro lugar as campanhas de prospecção e exploração de jazigos uraníferos, arrancadas na década de cinquenta. Estas campanhas, quanto à Geologia Económica, encontraramo país e as Universidades desprevenidos. Assistiu-se a um correr de licenciados a centros de estudo e investigação europeus. À sua chegada, integrados em organismo extra-universitário, não logrou ganhar a Universidade conhecimentos, com os seus conhecimentos, para que as segundas e terceiras camadas de técnicos fossem nela formados!

Ainda na década de cinquenta e mais agudamente na de sessenta, em particular no Ultramar, corre-se à prospecção geológica de vastas áreas, em particular com métodos geofísicos, principalmente para a avaliação das condições geohidrológicas de dilatadas regiões de clima semi-árido. Quer ao novo peregrinar de técnicos a centros estrangeiros, quer à acção fugaz, mas repetida, de missões de técnicos estrangeiros ao país, se manteve alheia a Universidade e não só por culpa sua

E agora ao findar dos anos sessenta, no dealbar de nova década, aproxima-se, na metrópole, um galopar de estudos de prospecção petrolífera sobre a plataforma continental. No ultramar tais estudos são segura realidade. Não se poderá acusar o Instituto Superior Técnico de não ter querido, com vigor, em tempo oportuno, criar (e cuidar de contactar as pessoas capazes), a pós-graduação neste domínio.

As consequências da inexistência de cursos de pós-graduação a ajudar a fazer a cobertura técnico-científica de tais empreendimentos são

enormes e evidentes, quer em perda de cérebros e conhecimentos para a Universidade (e portanto para o país), quer em dinheiro ...

No domínio da Geologia Económica, para o nosso país, os cursos de pós-graduação deverão ter o seguinte triplo aspecto.

I - Cursos de pós-graduação de índole permanente, estabelecidos em função das necessidades sócio-económicas do desenvolvimento do país.

II - Cursos de pós-graduação de feição acentuadamente interna, de duração efémera, função de projectos de investigação interessando grupos de investigadores (docentes e discentes).

III - Cursos de pós-graduação propostos do exterior, de acordo com necessidades técnico-científicas motivados, no geral, por processos de desenvolvimento económico, muitas vezes decorrentes de uma inovação tecnológica ou de uma descoberta de interesse económico flagrante.

Com alguns exemplos ajudaremos a sistematizar a ideia que preside à tríplice classificação proposta.

Dentro do contexto português, quer continental (e cremos que mesmo à escala da península ibérica), quer ultramarino, impõe-se a geração de sucessivas camadas de técnicos superiores portadores de sólida formação em geologia de engenharia.

Pois será de boa política que se crie uma pós-graduação nesse domínio, com ela se obviará a uma necessidade premente do país, em fase de desenvolvimento tecnológico de base que se quer intenso.

Assim, quer o recém-licenciado em engenharia de minas, ou civil, em face de uma rápida prospecção do mercado de trabalho, quer o profissional, solicitado por essa procura de geotécnicos, poderão em um, no máximo dois anos, apontarem a sua especialização, no primeiro caso, e obter actualização e mais perfeita especialização no segundo.

Mas também a geologia económica ligada à prospecção mineira se está tornando premente, pois será de encarar a pós-graduação neste domínio.

Os dois exemplos referidos servem para ilustrar o primeiro tipo de cursos de pós-graduação, aqueles que devem persistir por um dilatado lapso de tempo até armar convenientemente a infraestrutura tecnológico-científica do país em determinado domínio do saber.

No entanto sucede, certamente, que entre os temas tratados nas pós-graduações citadas atrás, surgem temas de delicado tratamento.

Tomemos ainda um exemplo. No caso do estudo do comportamento dos maciços rochosos no domínio da geologia de engenharia, levantam-se problemas complexos sobre a alteração e alterabilidade das rochas. Este as-

sunto (como muitos outros de que nos poderíamos servir à guisa de comentário), pode originar um tema de investigação que ocupará um grupo restrito de pessoas durante dois ou três anos.

Assim se criará um núcleo de investigadores que vão dedicar a sua atenção a um tema específico, que exige preparação e tratamento aprofundados. Esse grupo será integrado por docentes e discentes. De entre os últimos deverão aparecer candidatos a conduzirem directamente a investigação de modo a originar publicação de trabalhos científicos e técnicos e mais tarde a teses a defender em acto público (teses de doutoramento, ou outras provas de índole universitária). Pois tais projectos de investigação irão fornecer conhecimentos a inserir nos cursos de pós-graduação de tipo I, mas estes funcionam em paralelo com esta investigação. No entanto, a condução da investigação sobre o tema exposto deve dar origem a cursos de pós-graduação, que são do tipo II, atrás mencionado. Estes cursos têm âmbito restrito, interessando os intervenientes na condução dessa investigação nesse ou noutros laboratórios e terão vida relativamente efémera, podendo, evoluir para cursos sobre temas que surgiram como consequência do assunto que se estudou e esclareceu ou não.

Estes cursos de pós-graduação, de maior profundidade e, normalmente seguidos por pessoal universitário como necessidade para a sua valorização, actualização e prosseguimento na carreira docente e de investigação, poderão também estar abertos a especialistas extra-universitários que queiram aprofundar e actualizar-se nesse assunto peculiar. Será o caso de um departamento de um instituto de investigação extra-universitário que, em dado momento, precisa de saber e assimilar o que há de última palavra sobre certo tema, para nele se actualizar, sem ter de percorrer o longo caminho penosamente andado por outros.

O que acabámos de referir tem particular interesse, e, num país em vias de desenvolvimento, mais do que em qualquer outro, não se justifica o trabalho duplicado, com interdesconhecimento, delapidando o erário nacional não só em escudos, mas em massa cinzenta que é mais difficilmente recuperável. Então cumpre aos interessados da Indústria e de organismos de investigação extra-universitários inquirir se a Universidade não terá a possibilidade de, com mais ou menos facilidade, resolver a sua dificuldade.

E assim somos chegados ao terceiro tipo de cursos de pós-graduação.

Na sequência das solicitações exteriores pode dar-se o caso de estas tomarem tal premência que exigem da Universidade que ela crie pós-graduações que lhes dêem satisfação.

Mais um exemplo ajudará a aclarar o nosso pensamento. Manda a prudência que, no nosso país, a criação de cursos de pós-graduação em "prospecção e exploração de petróleos" seja comandada fortemente do exterior. A Universidade não deverá irromper com tal curso, fortemente diferenciado, sem que haja fortes probabilidades dos seus alunos terem colocação promissora, dado que não é com facilidade que se faz a reconversão de um técnico de petróleos, em geotécnico, ou em engenheiro de prospecção de jazigos metálicos, ou em engenheiro de tecnologia mineral, etc.

Mas tem de haver certa sintonização entre o meio exterior, Indústria e Estado, e a Universidade, de modo que no momento oportuno tal

pós-graduação surja para obviar a uma necessidade que irrompe com relativa brusquidão. Foi assim que a Universidade de Luanda, atenta ao problema de Angola quanto à necessidade de técnicos superiores nacionais no domínio dos petróleos, em simbiose com a indústria petrolífera bem presente naquela província ultramarina criou um curso de pós-graduação neste domínio. E sucede que bom número dos seus alunos, são licenciados pelo I.S.T. e empregados naquelas empresas petrolíferas. Deste modo se consegue a sua especialização e actualização, sem que percam a ligação com a actividade profissional.

O problema da actualização científica e tecnológica levanta dois problemas: o primeiro diz respeito à possibilidade da Universidade, coadjuvada por organismos de investigação extra-universitários, promover essa actualização; o segundo diz respeito à possibilidade material dos interessados na actualização de conhecimentos seguirem tais cursos.

Alguns organismos de investigação estatais ou particulares e mesmo certa indústria mais evoluída, usa realizar várias manifestações com que pretendem resolver esta questão. São seminários, simpósios, colóquios, cursos de verão, etc. Sem minimizar tais actividades, quer-nos parecer que a actualização em profundidade não se compadece com o carácter demasiado transitório de tais congregações.

Somos acérrimos defensores da ideia de que a eficaz actualização científica e tecnológica em qualquer domínio do saber de estruturação superior tem de se apoiar nos cursos de pós-graduação a conduzir pelas universidades apoiadas em todos os esteios extra-universitários válidos.

Urge, portanto, que se institucionalizem tais cursos, que se tornem tão normais como os cursos de licenciatura e que cobrindo o triplo desiderato que apontámos, estes cursos sejam a via normal e eficaz de:

- a) preparar investigadores científicos
- b) recrutar, actualizar e preparar pessoal docente
- c) actualizar conhecimentos de profissionais

Numa palavra, os cursos de pós-graduação são o meio seguro de promover a actualização de conhecimentos científicos e tecnológicos dentro e fora da Universidade a todos aqueles que, algum dia, nela beberam os conhecimentos-base que um curso de licenciatura dá. É lugar comum dizer que o desenvolvimento técnico-científico que, no pós-guerra, se tornou galopante, gera rápida obsolescência quanto aos conhecimentos adquiridos durante um curso de licenciatura. Será pois altamente meritório para o país que, os que uma vez se moldarem na Universidade, a ela voltem periodicamente para se actualizarem, para aprofundarem os conhecimentos nos domínios a que se dedicam no seu labor profissional.

NECESSIDADE DA MATEMÁTICA EM GEOLOGIA APLICADA

por

J. DINIZ FERREIRA - J.E.N., S.P.E.M., Director Geral;

CARLOS GONÇALVES - J.E.N., S.P.E.M., Director de Serviço

J. CALIÇO GROSSO - J.E.N., G.E.P., Licenciado em Matemáticas

1 - INTRODUÇÃO

Causará surpresa a muitos que se apresente um trabalho sobre a necessidade da matemática em geologia, porque esta necessidade é evidente. Há, todavia, quem não pense assim.

Os geólogos que se dediquem à cartografia geológica, à paleontologia ou ao ensino secundário, podem pensar ser-lhes desnecessária a matemática além de certo nível. Um conjunto de conhecimentos matemáticos discriminado à frente é, contudo, indispensável ao estudo das formações geológicas, à prospecção e pesquisa dos minérios e sua distribuição estatística, à amostragem, à discretização e avaliação da riqueza mineral contida nas formações geológicas e, duma maneira geral, à propagação dos erros de cálculo e de interpretação (1).

Os fins do século XVIII e princípios do século XIX correspondem, na civilização ocidental, a enorme progresso intelectual, do ponto de vista científico. A ciência transformou-se e com ela a sua função comum, a matemática. O fenomeno científico passou a ter realidade prática na vida quotidiana e a depender cada vez mais do esforço de equipe, simultaneamente com a tendência dos indivíduos se especializarem em campos restritos do conhecimento humano: Gauss (1777-1855) que viveu a fase inicial desta época, é considerado o último matemático que conseguiu dominar

toda a matemática do seu tempo.

Intensificou-se o ensino elementar gratuito e promoveu-se o ensino superior, actuando especialmente nos campos, ambos decisivos, da sua organização e métodos de ensino.

A incidência desta época no mundo ocidental foi profunda, dinâmica e eficaz. Conduziu primeiro à revolução industrial do século XIX, seguida duma gradual e intensiva transformação marcada pela descoberta de novos processos tecnológicos, racionalização da produção, democratização dos bens de consumo, criação das sociedades anónimas, criação de tecnoestruturas (2) e descoberta e desenvolvimento extraordinário da electrónica, bem como dum conjunto especial de conhecimentos que inclui a investigação operacional, matemáticas modernas, cibernética e informática.

As Universidades e os centros de investigação dos Estados e das grandes empresas, foram os impulsionadores deste desenvolvimento. A vida de cada individuo e as suas ligações ao meio exterior transformaram-se profundamente, conduzindo ao que hoje se designa por "Sociedade tecnológica" (+).

Existe, no entanto, um desfasamento, nos escalões mais elevados,

(+) - O professor BRZEZINSKI (3) chama-lhe "sociedade tecnotrónica" contracção de tecnologia e electrónica. O professor MARCUSE (4) chama-lhe "sociedade tecnológica", "sociedade da abundância" ou "sociedade de consumo".

entre a sociedade tecnológica e o ensino. Este desfasamento é impressionante na Europa, relativamente aos Estados Unidos e, dentro da Europa, é muito impressionante em Portugal. Neste contexto, os métodos de ensino na Europa necessitam grande remodelação.

2 - ENSINO SUPERIOR

Além do objectivo último de servir o Homem, o ensino superior terá de satisfazer ainda às necessidades específicas da "sociedade tecnológica" preparando individuos aptos a compreendê-la, servi-la e modificá-la. O ensino superior deverá ser democratizado, quer dizer, inteiramente acessível a todos os que possuirem aptidão para o efeito, em consequência da sua preparação, inteligência, poder de assimilação, reflexão e criação, além duma disciplina e humildade indispensáveis. O ensino superior moderno, (5) dentro do seu programa sempre orientado no sentido da procura da verdade, deve comunicar aos que o seguem: 1º) - instrução profissional, 2º) - aquisição de cultura e 3º) - contacto com a investigação.

Haverá que satisfazer o conjunto destes objectivos, ainda que a intensidade seja diferente, ou não existirá ensino superior. Com efeito, é impossível ministrar na Universidade um conjunto de conhecimentos abrangendo todas as possibilidades de aplicação prática ou de investigação. Por isso, é indispensável fornecer aos alunos conhecimentos básicos essenciais e experiência, em seleccionar informação e progredir por si próprios, isto é, aquisição de cultura e contacto com a investigação. Nesta aquisição de cultura (6) engloba-se a selecção de informação, um dos mais difíceis problemas dos nossos dias, em consequência da sua abundância e renovação.

No ensino superior científico e tecnológico, a matemática constitui a matéria de base indispensável (+). A matemática aplicada exige, muito frequentemente, um conhecimento superior da estatística, disciplina de uso corrente na exploração da riqueza mineral e, duma maneira geral, em todos os ramos da tecnologia (7).

3 - GEOLOGIA APLICADA

Na sua vida profissional, um geólogo encontrar-se-á sempre empenhado no conhecimento das formações geológicas e das substâncias úteis que elas possam conter, directamente em trabalhos de campo, ou indirectamente, através da documentação geológica. Por isso, além da cultura relacionada com a sua profissão, é indispensável ao geólogo saber seleccionar aquela documentação.

Em cursos complementares e na vida prática, consoante as necessidades da sua vida profissional, ele terá ocasião de se especializar num ou mais dos vários ramos da geologia. Nesta especialização e suas aplicações, residirá o trabalho útil que a sociedade tecnológica espera de cada geólogo.

A este aspecto da geologia, essencialmente relacionado com o estudo e aproveitamento da riqueza mineral, chama-se geologia aplicada ou geologia económica, à qual se refere tudo o que se escreve neste trabalho. Engloba a participação intensiva da geologia em todas as fases da prospecção, até à descoberta dos jazigos e sua valorização.

(+) - Ao contrário do que parece deduzir-se do título de certos livros, a matemática é única quer seja para geólogos, engenheiros, etc.

4 - A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NA GEOLOGIA APLICADA

As disciplinas da instrução profissional, fornecida pela Universidade aos geólogos, são necessárias à resolução dos problemas da geologia aplicada. O estudo geológico completo em domínios tais como:

- Cartografia geológica;
- rochas típicas duma região;
- interpretação estrutural;
- estudo das formações geológicas;
- geologia mineira;
- amostragem das rochas e minérios;
- distribuição estatística dos minerais e rochas;
- discretização e avaliação da riqueza mineral;
- propagação dos erros de cálculo e de interpretação;
- análise dos resultados (da geofísica, geoquímica, etc.);

exige conhecimentos de matemática a nível superior. Um grande número de geólogos não possui estes conhecimentos - alguns julgam-nos mesmo dispensáveis - nem dispõem de preparação básica que lhes proporcione a sua futura especialização, generalizou-se entre muitos a ideia dum bom trabalho de geologia se medir pela elegância da linguagem, ausência de números e raciocínios de interpretação mais ou menos difícil.

Todavia, o apelo das ciências à matemática impõe-se, como é sabido, pela necessidade dessas ciências disporem de processos de análise e de interpretação, tão breves e precisos quanto possível, dos resultados das observações de campo ou laboratoriais. A geologia necessita igualmente do auxílio da matemática; por isso, no novo curso de Geologia das Faculdades de Ciências, cujos diplomados se aguardam com muito interesse, foram introduzidas as três seguintes cadeiras de ma-

temática:

- I - Matemáticas Gerais;
- II - Análise Infinitesimal;
- III - Probabilidades, Erros e Estatística.

Convém, porém, que estas matérias se não revistam dum caracter estritamente académico mas que os estudantes vejam nelas ferramentas a utilizar na vida profissional. Se o seu ensino for ministrado segundo o esquema tradicional, será de recear que o único reflexo da sua inclusão no curso de geologia seja um aumento de dificuldades com escassos resultados úteis. A fim de evitar este inconveniente seria de considerar a constituição de um departamento dedicado à aplicação da matemática à Geologia, onde os estudantes, após a aquisição dos conhecimentos básicos, tivessem um primeiro contacto, real, com as aplicações práticas aos problemas de prospecção e valorização dos jazigos minerais.

Nas cadeiras actualmente leccionadas no curso de Geologia das Faculdades de Ciências, é necessário que se faculte aos estudantes as noções fundamentais de Álgebra Linear, não esquecendo a importância da Teoria das Matrizes e da Análise Combinatória.

A Análise Infinitesimal deverá fornecer conhecimentos que permitam o estudo da Estatística matemática e aplicada.

Dada a utilização da teoria dos erros e sua propagação na prospecção e estudo das rochas e minerais e valorização dos jazigos, é superfluo insistir no relevo a dar ao estudo de Probabilidades, Erros e Estatísticas. Em particular, na cadeira de Estatística incluir-se-ão, necessariamente, as leis de distribuição mais aplicadas, as análises de regressão e correlação, teoria da amostragem, análise de variância, testes de significância, discriminação e classificação.

Em virtude do caracter geral destas matérias não será necessário constituir um curso exclusivo para geólogos mas parece, no entanto, ser conveniente introduzir alguns complementos de natureza matemática. Assim, é de considerar a inclusão duma cadeira de Estatística Aplicada bem como os fundamentos da Análise Numérica e Análise Vectorial.

Aos estudantes que tencionem exercer a sua actividade em domínios mais directamente ligados à exploração mineira, é de facultar uma preparação que lhes permita analisar problemas dum ponto de vista económico, servindo-se das noções fundamentais de Investigação Operacional utilizadas no estudo da produção e sua optimização. Estes estudos tornar-se-ão mais compreensíveis se puderem basear-se nas noções básicas da tecnologia mineira.

5 - RESUMO E CONCLUSOES

1. O grande progresso científico que se verificou, desde o século XVIII, conduziu a um tremendo desenvolvimento tecnológico de que a sociedade actual colhe os benefícios. As suas últimas conquistas, mais significativas, foram as matemáticas modernas, a electrónica, a informática e a cibernética.

2. O ensino superior mostra certo desfasamento em relação às necessidades criadas por esse progresso tecnológico.

3. Em particular, o ensino superior da geologia precisa de beneficiar das características do ensino superior moderno, que tem como finalidade procurar a verdade e fornecer aos que o seguem:

- 1 - instrução profissional;

2 - aquisição de cultura;

3 - contacto com a investigação;

características que, no seu conjunto, definem o ensino superior.

4. Dada a evolução constante e rápida que se verifica em todos os domínios da ciência, é necessário que, nos cursos superiores, os futuros diplomados sejam preparados de forma a poderem adaptar-se facilmente aos novos conceitos impostos por aquela evolução.

5. O ensino superior da geologia é insuficiente em relação aos fins a atingir pela geologia aplicada e, por isso, sugere-se a sua actualização dotando-o duma formação matemática superior, particularmente estatística, sem a qual não será possível aos geólogos desempenharem a missão que lhes compete: estudo das formações geológicas, distribuição da mineralização, prospecção e valorização da riqueza mineral.

6. Nesta conformidade, propõe-se na organização do curso de geologia um curso geral de 3 anos e um curso complementar de 2 anos.

O curso geral conferiria o grau de bacharel que habilitaria os seus diplomados a leccionar no ensino secundário ou executar trabalhos auxiliares de geologia aplicada independentes da prospecção, valorização e exploração da riqueza mineral.

Após estes 3 anos de bacharelato, aqueles que desejassem continuar a sua formação, frequentariam a Universidade por mais 2 anos, durante os quais, além da formação específica já existente, receberiam uma formação matemática complementar (estatística aplicada, análises numérica e vectorial) e as noções de investigação operacional, bem como as noções fundamentais da tecnologia da valorização e exploração dos jazigos, necessárias à aplicação daqueles conhecimentos.

Desta forma, criar-se-ia o curso de "engenheiro geólogo" já existente noutros países.

Lisboa, Junho de 1971.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- (1) Sandier, J., Mise en Valeur des Gisements Métallifères, Masson, Paris, 1962.
- (2) Galbraith, John Kenneth, The New Industrial State, U.S.A., 1967.
- (3) Brzezinski, Zbigniew, Between Two Ages: America's Role in the Technotronic Era, the Victor Press, U.S.A., 1970.
- (4) Marcuse, Herbert, One Dimensional Man, Beacon Press, Boston, U.S.A., 1964.
- (5) Jaspers, Karl, Die Idee der Universitat, tradução inglesa, 1965.
- (6) Eliot, T.S., Notes Towards the Definition of Culture, Faber, Londres, 1948.
- (7) Matheron, Georges, Traité de Géostatistique Appliquée, Éditions Technip, Paris, 1962 - 1963.

*FORMAÇÃO CIENTÍFICO-TÉCNICA DOS GEÓLOGOS.

Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da
Universidade de Coimbra, Portugal.

Considerações sobre formação científica de base, complementar e pós-
-graduação.

Reciclagem. Reuniões científicas.

A posição do geólogo nos serviços estatais, paraestatais e privados.

Acuña, C. F.	1-11-1-1	Alonso-Angulo, J. A.	1-11-1-1
Alonso, L. A.	1-11-1-1	Alonso, J. A.	1-11-1-1
Alonso, J. A.	1-11-1-1	Alonso, J. A.	1-11-1-1
Alonso, J. A.	1-11-1-1	Alonso, J. A.	1-11-1-1
Alonso, J. A.	1-11-1-1	Alonso, J. A.	1-11-1-1

NOTA:

* Indica que no se ha presentado la Comunicación correspondiente y sólo figura el resumen.

INDICE DE AUTORES

Assunção, C.T.	P-9- 1-27	Gómez-Angulo, J.A.	E-9- 2- 9
		Gonçalves, C.	P-9- 3- 41
Barros, L.A.	P-9- 2-35	Grosso, J.C.	P-9- 3- 41
Ferreira, J.D.	P-9- 3-41	Llamas, M.R.	E-9- 3- 11
García Yagüe, A.	E-9- 1-1	Museo Univ.Coimbra	P-9- 4- 51