

universitaria le ha capacitado para esto y no se quede solamente con los conocimientos que tiene hoy, sino progresa...; no sea uno de aquellos que mueren con los conocimientos únicos que poseían el día de la graduación. Uno debe estar siempre

al corriente; y por fin, no pierda el entusiasmo por la geología".

Con este deseo a la Escuela de Geología y a los estudiantes presentes y futuros, el mayor éxito en el transcurso de los años venideros...

LA CUESTION FORMATIVA EN LAS CIENCIAS GEOLOGICAS

Trabajo presentado por Oswaldo De Sola, para su consideración en la Comisión del Tema III, "Enseñanza e Investigación Geológica en Venezuela", en la I Convención Venezolana de Geólogos. Caracas, 1963.

RESUMEN

La incertidumbre de si la instrucción impartida ha sido bien entendida, útil y suficiente, es un problema de todas las épocas que asedia a los profesores.

Se señalan los motivos que han causado la apertura de una brecha entre la actualidad de la instrucción impartida y la actualidad de los avances de la ciencia en un momento preciso.

La geología, que se ha caracterizado por su tendencia eminentemente descriptiva, busca en la actualidad una nueva orientación que la conduzca hacia su cuantificación por medio del uso de nuevas técnicas de investigación.

Se exponen las bases de una revisión de la enseñanza de la geología desde el nivel secundario hasta la educación superior.

Se señala la importancia de la geología, modernamente concebida, como factor de desarrollo y la calificación de sus profesionales, para lograr el desarrollo de nuevas fuentes de energía, cooperar en los proyectos de la infraestructura para el desarrollo y conducir exploraciones espaciales.

Se concluye señalando los pasos más importantes que deben darse para la actualización de la enseñanza con el fin de que los geólogos cumplan con su función social.

Por Oswaldo De Sola

Introducción

En todas las épocas los hombres que han dedicado sus esfuerzos a la

inigualable tarea de formar profesionales capaces de proporcionar con su trabajo bienestar a la sociedad a que pertenecen, han estado y estarán asediados por la incertidumbre de si la instrucción impartida ha sido bien entendida, útil y suficiente.

Tradicionalmente se han transmitido a las nuevas generaciones los conocimientos alcanzados en la ciencia.

Los avances de la ciencia no han sido todos producto de la curiosidad de un investigador. Quizás la inmensa mayoría de ellos han sido el producto de investigaciones dirigidas a la solución de problemas económicos o políticos que afectan a las naciones.

La ciencia *per se* no puede ser nunca el objetivo primordial de la humanidad.

El desarrollo reclama la investigación básica para ponerla al servicio del hombre por medio de las aplicaciones que contribuyen a mejorar el bienestar de la colectividad.

Entonces la instrucción debe cubrir el inventario de las ciencias hasta el momento y/o su tecnología.

Los institutos de enseñanza han ido modificando sus planes de estudio paralelamente al desarrollo, con el fin de preparar hombres útiles capaces de continuar la inacabable tarea de solucionar los problemas de una colectividad en eterna transformación.

A pesar de que estos postulados han sido reconocidos y aceptados por muchos años, la enseñanza siempre ha sufrido un retardo considerable en su puesta al día por la reluctancia de sus ductores a aceptar las innovaciones producidas por el desarrollo aun cuando éstas sean avasalladoramente evidentes.

Esta situación parece ser un mal omnipresente que unido a la mediocridad y mala preparación de un gran número de profesores hacen más agudo el problema en la actualidad.

Los nuevos avances de la ciencia hasta el siglo XVIII fueron pocos y pudieron ser incorporados a los sistemas de enseñanza fácilmente. Para aquellas épocas la educación sólo alcanzaba a reducidos grupos por lo que con relativa facilidad se podía poner la instrucción en las manos de los más calificados.

Estos científicos educadores, que conducían la mayor parte de las investigaciones de la época, llegaron a mantener el nivel de enseñanza con extraordinaria cercanía al estado contemporáneo de la ciencia y la tecnología.

La revolución industrial y el desarrollo de los modernos sistemas políticos económicos, hizo necesario extender a grandes sectores de la población la enseñanza en diversos niveles. Paralelamente los avances en la ciencia se produjeron con una velocidad sin precedentes.

Estos dos factores, aumento de la población estudiantil y acelerados

y continuos avances en los conocimientos, demandaban gran número de educadores a corto plazo.

Ya no era posible conseguir los más calificados para conducir la enseñanza en todos los casos y comenzó a abrirse una brecha entre la actualidad de la ciencia y la actualidad de la enseñanza impartida.

Es frecuente oír decir que los recién graduados están con diez años de atraso, y aún más en algunos casos, con respecto a los avances de la ciencia, en ese preciso momento.

La diversificación de los conocimientos condujo al desarrollo de nuevos campos de actividades, los cuales crearon sus propios sistemas de investigación y evaluación. En los campos limítrofes siempre hubo alguien que con sorprendente intuición resolvió los problemas de aplicación práctica que hubiesen sido resueltos con la misma habilidad por su contraparte, quienes no sintieron la penitencia de llegar a una solución sobre el mismo tema simultáneamente. Esto es corriente en los campos limítrofes de la geología, donde los físicos, químicos e ingenieros tuvieron que expresar ciertos conceptos geológicos de manera cuantitativa para poder resolver sus propios problemas.

La Geología se ha caracterizado por su excesiva tendencia descriptiva.

Los fenómenos terrestres han sido descritos y clasificados e interpretados con sorprendente claridad dado los métodos de investigación usados por el geólogo.

Aparentemente la geología no sintió la inminente necesidad que experimentaron otras disciplinas de buscar relaciones físico-matemáticas en sus investigaciones.

El afán descriptivo ha llegado a verdaderos exabruptos en el campo

de los detalles circunstanciales que en nada alteran el panorama físico-matemático de su por qué.

Con la perforación del primer pozo petrolero en 1859, se abrió un nuevo horizonte en la consecución de energía barata. Las inmensas posibilidades del petróleo y su modo de encontrarse en los estratos terrestres inició una era de exploraciones que requirió una extensa descripción sistemática de las cuencas geológicas.

Ante la gigantesca labor descriptiva, de dimensiones continentales a veces, los geólogos no sintieron la necesidad de expresarse en términos cuantitativos.

Las Universidades se preocuparon por formar profesionales capaces de interpretar y describir los fenómenos terrestres, que en creciente número eran solicitados por la industria.

Así ha transcurrido un centenar de años y con ellos ha cesado la era de la prospección petrolera como lo señaló Beebe, 1958, para Estados Unidos y como puede similarmente señalarse para Venezuela.

A raíz de la Segunda Guerra Mundial se vislumbró la posible sustitución del petróleo como fuente de energía por otras fuentes inorgánicas como la nuclear, solar, geotérmica, etc.

A pesar de que la demanda de energía pronosticada para los próximos cien años por Weeks, 1960, se duplicará cada veinte años, el petróleo no será la materia prima de mayor importancia y sus niveles de producción declinarán a partir de la primera parte del siglo XXI.

La gran demanda de energía será suplida primordialmente por la solar, nuclear, geotérmica y por las conversiones del carbón a petróleo y otras formas de energía.

Las consideraciones anteriores de ninguna manera deben conducir a conclusiones pesimistas. En los próximos cincuenta años se triplicará la producción petrolera mundial y la industria necesitará los geólogos petroleros en creciente número. Sin embargo, no serán exactamente los geólogos petroleros los que serán requeridos en mayor número en el futuro.

Para desarrollar las otras fuentes de energía, conseguir nuevos abastecimientos de materias primas, cooperar en los proyectos de la infraestructura para el desarrollo y conducir las exploraciones espaciales se requerirá de un geólogo con todos los atributos tradicionales y otros adicionales que lo hagan pensar en términos cuantitativos por el empleo de nuevas técnicas de investigación.

Brereton, 1960, da un detallado programa de exploraciones lunares y considera como el primer paso la provisión de los datos geológicos, astronómicos y ambiente biológico requeridos para planificar una misión al satélite. Ya esto lo había previsto Ordway III, en una carta a los editores de **Geo-Times**, en 1958.

Al hacer énfasis en las exploraciones espaciales, se debe también pensar junto con Sears, 1958, que: "We have a vast amount of unfinished business at our feet".

En los últimos años las estadísticas han puesto en evidencia la poca inscripción en la carrera de geología y simultáneamente un marcado interés por seguir cursos de postgrado, todo esto acompañado con una aparente contracción en el mercado de trabajo.

Muchos, como Maxwell, 1958; Beebe, 1958; Fan, 1959; Jenkins, 1959; Gastil, 1962, han visto que el problema reside en la formación del profesional, aunque difieren en otras

apreciaciones. Pero quizás sea Gastil, 1962, quien realmente ha tenido la visión más clara al decir que los graduados no corresponden a los cargos que desempeñan y que se necesitan menos geólogos chapados a la antigua y muchos más geólogos a la moderna.

En efecto, muchas tareas que un geólogo podría realizar acertadamente están siendo conducidas por técnicos diversos con muy poco o ningún conocimiento de la geología.

Todo esto parece ser la consecuencia de haber dejado abrirse de manera extremadamente peligrosa la brecha ya mencionada entre la actualidad de la ciencia y la actualidad de la instrucción impartida.

Fue el 4 de octubre de 1957, fecha en que Rusia lanzó el Sputnik I, cuando de manera dramática las universidades y los gobiernos reconocieron la perentoriedad de una revisión en los sistemas de enseñanza.

En casi todos los países ya se han establecido las bases para subsanar esta falta y otros han hecho tan grandes progresos que están muy cerca de alcanzar la meta propuesta.

¿En qué consiste la revisión?

Es evidente que un cambio en el enfoque de la enseñanza es necesario. Pero, ¿en qué debe consistir este cambio? Ciertamente no será el atiborrar los planes de estudio con nuevas asignaturas o el de alargar innecesariamente los años de la carrera.

Referente al **curriculum** más adecuado se puede razonar de maneras muy diversas y siempre habrá suficientes ejemplos positivos en favor de cualquier corriente.

La excelente encuesta de Prouty, 1961, presenta una valiosa información acerca de lo que debe contener

un plan de estudio básico para los geólogos.

Otros, como Laird, 1957, Beebe, 1961 y Mc Mannis, 1962, expresan sus opiniones personales sobre lo que consideran indispensable en la formación de un profesional de la Geología.

En la copiosa literatura al respecto se encuentra un consenso de opinión en el sentido de que la enseñanza de la geología debe hacerse ampliando la base de las materias formativas, Matemáticas, Física y Química e impartándole una orientación cuantitativa al resto del **curriculum** considerado como satisfactorio. (Laird, 1957; Fan, 1959; Willard, 1960; Caldwell, 1961; Beebe, 1961; Mc Mannis, 1962, y Moss, 1963).

Para lograr estos propósitos, es necesario fomentar una conciencia cuantitativa entre los profesores para que esquematicen las asignaturas a su cargo de manera medular con un enfoque matemático, evitando las descripciones de detalles que, lejos de aclarar, confunden al discípulo. Los excesivos ejemplos caen dentro de una erudición que puede ser adquirida posteriormente por el estudiante siempre que haya tenido una buena formación.

En adición a la lección teórica, debe imprimirse un nuevo estilo al trabajo de laboratorio y a las demostraciones conducidas por el profesor, para lograr que el alumno piense por sí mismo.

En este sentido Roy, 1961, habla de "modernas ayudas para el aprendizaje" antes que de "ayudas para la enseñanza". Refiriéndose a las películas para el aprendizaje, dice Roy que ellas deben estar a tono con el curso; no caer en excesos de simplificaciones o tratamientos superficiales; no cubrir mucho y ser corta. Pero lo que considera más importante

es que al finalizar la proyección los alumnos deben volcarse en un torrente de preguntas. Considera que una película que conteste todo, estupidiza porque no se siente la necesidad de pensar.

Caldwell, 1961, concluye que la revisión requiere la enseñanza cuantitativa de los principios, seguidos de aplicaciones y el uso de métodos estadísticos que se convierten en relaciones de medida y conceptos de proporción, acompañados de esfuerzo estudiantil y tiempo de estudio.

Una experiencia que debe tenerse en cuenta es el ensayo hecho por la Universidad de Texas, Muehlberger, 1959, en que se instruyeron en Geología Física a seis secciones de 250 estudiantes cada una con un circuito cerrado de televisión.

En las demostraciones con TV cada estudiante está en una posición equivalente a la primera fila de las demostraciones convencionales.

Dónde debe comenzarse

En todos los países se están haciendo grandes esfuerzos para que el aprendizaje de la ciencia comience con un nuevo enfoque y con toda seriedad desde los niveles de la primaria superior y la secundaria. De esta manera hay más oportunidades de seleccionar candidatos en una base estudiantil más amplia, para sus posteriores actividades científicas o profesionales, que reclama la sociedad para el desarrollo.

El extinto profesor doctor José Roy y Gómez, usualmente efectuaba una encuesta estudiantil en su primer día de clases y en ella figuraba, entre otras, la pregunta: ¿Cuándo se decidió a escoger esta carrera? Las respuestas en un porcentaje mayoritario decían que se interesaron en el bachillerato al oír por primera vez una exposición sobre la materia.

La escogencia de la profesión se hace casi invariablemente al nivel de los estudios secundarios. Son pocos los que se deciden ya al nivel universitario o más tarde.

A una conclusión igual se llegó con la reciente encuesta conducida por el Franklin Marshall College, Lancaster, Pa., Moss., 1963.

Cuando a raíz de la reapertura de la Universidad Central en 1953, se experimentaron bajísimas inscripciones en el primer año, las autoridades, en 1956, resolvieron hacer un panfleto, donde se hablaba de la carrera y sus oportunidades, para repartir en los liceos. La respuesta no se hizo esperar, en el año académico 1956-57 se inscribieron 56 alumnos, cifra nunca alcanzada hasta esa fecha.

Hoy por hoy, los estudiantes que se han decidido por la carrera en el bachillerato poseen una vocación que sobrepasa todos los límites, ya que no puede ser más caótica la enseñanza de la geología a este nivel.

En la gran mayoría de los liceos de la República, la asignatura es ofrecida por profesores que nunca han tenido una instrucción básica al respecto. En algunos liceos de Caracas, los estudiantes de la carrera están ocupando la posición de instructores de geología, sin que su influencia llegue a pesar en la anticuada y equivocada tendencia de un grupo que con extraordinaria habilidad ha logrado hacer difícil lo fácil e ininteligible lo axiomático.

Esta situación aunque no es exclusiva de Venezuela no por eso deja de ser muy lamentable. La carencia de profesores calificados es alarmante en el ámbito mundial.

En 1958, las autoridades educativas del Estado de Nueva York resolvieron exigir un certificado especial

para los profesores de secundaria dedicados a enseñar y lo que se viene llamando desde el año 1939 "Earth Science", Stone, 1958.

Unido a esta escasez de profesores competentes, está la falta casi absoluta de verdaderos medios de enseñanza objetiva.

No puede pretenderse que en la secundaria existan laboratorios equipados exclusivamente para la enseñanza de la geología, pero es necesario insistir en unos equipos y modelos mínimos que demuestren la utilidad de la ciencia y la hagan atractiva.

Aquí nuevamente se pone de manifiesto que no es esencialmente el enunciado del temario del programa oficial lo que anda mal, sino el enfoque y los métodos de enseñanza los que no corresponden a la época.

Conclusiones

Es obvio que la carrera del geólogo no puede extinguirse mientras existan problemas de desarrollo, pero ellos deben corresponder con su preparación a lo que la sociedad requiere.

El aumento de la población escolar de año a año no permite pensar en hacer sustituciones de profesores mediocres por otros competentes.

La solución está en preparar programas de capacitación para profesores de secundaria, dirigidos por las universidades que ofrecen la disciplina geológica. En estos cursos se debe incluir trabajos de taller para la preparación de modelos y otros medios de aprendizaje que los profesores pueden llevarse consigo como iniciación a la dotación mínima ya mencionada.

Además de esta capacitación será necesario organizar un grupo de trabajo compuesto por personas calificadas que se ocupen de elaborar un

texto y su guía para el profesor. En esta tarea podrían colaborar tanto las universidades como las asociaciones profesionales.

Este grupo de trabajo podría inspirarse en la llamada "The Duluth Conference" celebrada en el verano de 1959, para mejorar la enseñanza de la geología en la primaria y la secundaria, por medio de nuevos materiales.

De igual manera debe atacarse el problema a la altura universitaria, a través de seminarios donde se actualicen los conocimientos de los profesores y se les instruya sobre las nuevas tendencias.

Y, por último, aunque no menos importante, deberá actualizarse el folleto descriptivo de la carrera y sus oportunidades para ser ampliamente difundido en los liceos del país.

De ninguna manera se pretende que este trabajo cubra todos los aspectos de un programa de actualización de la enseñanza de la geología. Solamente se ha querido señalar las causas de la ineficacia de los sistemas actuales y los remedios más urgentes para corregirlos.

Comenzando de inmediato la inmensa tarea, sus resultados sólo se sentirán dentro de unos siete o diez años.

Por esto hay que acometerla con toda prontitud si queremos contribuir al desarrollo, con verdadero fervor patriótico.

Nuestras riquezas naturales no pueden considerarse como tales si ellas no sirven para alimentar y sostener la industrialización sobre bases seguras.

La misión del geólogo en nuestro país tiene dimensiones insospechadas y nuestra tarea como educadores es la de contribuir a formarlos para que cumplan con la función social que les está destinada.

BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO. 1959. The Duluth Conference. *Geo-Times*, Vol. 5V, Nº 3.
- ANONIMO. Geo-Study. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 8.
- BEEBE, B. W. 1958. We must face facts! *Geo-Times*, Vol. III, Nº 1.
- BEEBE, B. W. 1961. Whither Geology and Geologists? *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 1.
- BRETON, Roy G. 1960. Lunar Exploration. *Geo-Times*, Vol. V, Nº 3.
- CLADWELL, Loren T. 1961. The new role of Earth Science in emerging school science programs. *Geo-Times*, Vol. V, Nº 6.
- FAN, Paul H. 1959. Developing a better geological profession. *Geo-Times*, Vol. IV, Nº 14.
- GASTIL, Gordon. 1962. Down with pessimists. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 6.
- GREENWOOD, Robert. 1959. Extra-Terrestrial geology. *Geo-Times*, Vol. III, Nº 5.
- GATEWOOD, Claude E. Impact Ahead. *Geo-Times*, Vol. III, Nº 5.
- HILL, Masson L. 1962. Circles of the Earth Sciences. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 6.
- JENKINS, S. F. 1959. Stand up... Speak up... Shut up... *Geo-Times*, Vol. IV Nº 4.
- LAIRD, Wilson M. 1957. Let's train our geologists. *Geo-Times*, Vol. I, Nº 12.
- MATHEWS, William H. 1962. Earth Science Workshop for school science teachers. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 5.
- Mc MANNIS. 1962. The search for a basic geology curriculum. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 6.
- MAXWELL, John C. 1958. ¿Better Geologists for industry? *Geo-Times*, Vol. II, Nº 11.
- MOSS, John H. 1959. Revival of geology in Perna High Schools. *Geo-Times*, Vol. III, Nº 8.
- MOSS, John H. 1963. Geology Majors, are they to become extinct? *Geo-Times*, Vol. VII, Nº 6.
- MUEHLBERGER, William R. Geology on closed circuit T. V. at Texas University. *Geo-Times*, Vol. IV, Nº 2.
- ORDWAY III, Frederick I. 1958. Carta al editor de *Geo-Times*, Vol. II, Nº 10.
- PARKER, John M. 1961. Are geologists engineers? *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 4.
- PROUTY, C. E. 1961. N.A.G.T. Curriculum Survey. *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 3.
- ROY, Chalmer J. Modern Learning Aids. Films. *Geo-Times*, Vol. V, Nº 5.
- SEARS, Paul F. 1958. Discurso presidencial ante la A.A.A.S. el 3 de enero de 1958.
- SHELTON, John. 1963. A.G.I. E.B.F. Introduction to Earth. *Geo-Times*, Vol. VIII, Nº 1.
- STONE, Donald B. 1958. Earth Science. *Geo-Times*, Vol. II, Nº 7.
- TANNER, W. F. 1963. Florida State teaches teachers with "models". *Geo-Times*, Vol. II, Nº 8.
- TOWERS, Ivy. 1958. Recruiting talented geology students. *Geo-Times*, Vol. II, Nº 7.
- WEECKS, Lewis G. 1960. The next hundred years energy demand and sources of supply. *Geo-Times*, Vol. V, Nº 1.
- WILLARD, Gates. The school science teacher, a new role for the graduate geologists. *Geo-Times*, Vol. IV, Nº 8.
- WOLFE, John A. 1961. For Geology; the future? *Geo-Times*, Vol. VI, Nº 4.
- YOUNGQUIST, Walter. Un finished business beneath our feet. *Geo-Times*, Vol. III, Nº 4.