CONCEPCIONES SOBRE EL ORIGEN DE LOS TERREMOTOS: ESTUDIO DE UN GRUPO DE ALUMNOS DE 14 AÑOS DE PUERTO RICO

Mejías Tirado, Nydia Esther[1] y Morcillo, Juan Gabriel[2]
[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UCM. Escuela Intermedia Dr. Juan S. Marchand. Manatí. Puerto Rico
[2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación. UCM
nydiamejias@hotmail.com
morcillo@edu.ucm.es

Resumen. Presentamos un estudio en el que se recopilan y analizan las concepciones sobre el origen de los terremotos de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico. Para el análisis hemos establecido dos tendencias principales: explicaciones con contenido científico (algunas con un gran paralelismo con la ciencia antigua) y explicaciones basadas en creencias populares y en «mitos» (algunos muy antiguos y otros que se consideran modernos). En este trabajo confirmamos la importancia del contexto en algunas concepciones, claramente influenciadas por las condiciones geográficas, históricas y sociales del lugar donde viven los alumnos. Por otra parte, también se identifican algunos obstáculos epistemológicos que dificultan el aprendizaje sobre el origen de los terremotos y sobre la teoría de la tectónica de placas.

Palabras clave. Concepciones de los alumnos, terremotos, mitos y creencias populares, ciencia antigua.

Conceptions about Earthquake Origins: A study with 14 year old students in Puerto Rico

Summary. This research analyses the conceptions about earthquakes held by a group of fourteen-year old Puerto Rican students. From that analysis two basic tendencies were determined: explanations based on scientific content (closely connected to classical science) and explanations based on popular folk beliefs and «myths» (some ancient and others considered modern). This study also confirms the presence of some conceptions clearly influenced by geographical, social and historical conditions of the students' living quarters. Conversely, the study identifies various epistemological obstacles which make it difficult to learn about the origin of earthquakes and plate tectonic theory.

Keywords. Students' conceptions, earthquakes, popular folk beliefs and «myths», classical science.

INTRODUCCIÓN

Presentamos un estudio en el que analizamos las concepciones sobre el origen de los terremotos de un grupo de alumnos de 14 años, que pertenecen a un grupo cultural determinado: los puertorriqueños.

Partimos de una serie de investigaciones sobre dicho tema realizadas en otros países, cuyas características más relevantes aparecen resumidas en la tabla 1, y también de una serie de valiosas entrevistas personales a un par de expertos conferenciantes sobre terremotos, buenos conocedores de la memoria colectiva local, que nos sugirieron la influencia del contexto social en el pensamiento de los estudiantes (ChristaVon Hillebrand, directora de la Red Sísmica de Puerto Rico, y José Molinelli, geomorfólogo y profesor universitario).

A diferencia de algunos de los estudios que usamos como referencia, como, por ejemplo, el de Ross y Shuell

(1993), en el que en todas las respuestas de los alumnos aparecen contenidos relacionados con la ciencia escolar, nosotros hemos encontrado muchos intentos de explicación con un indudable paralelismo con la ciencia antigua, pero, sobre todo, nos parecen muy interesantes las respuestas en las que aparecen representaciones sociales basadas en mitos, tanto de carácter universal como más local, que muestran cómo la cosmovisión de un pueblo puede influenciar las concepciones de los alumnos sobre el origen de los fenómenos naturales (Cobern,1996; Lee, 1999; Tsai, 2001).

El indudable interés que actualmente tiene determinar las concepciones que surgen espontáneamente en nuestros alumnos ante problemas como el del origen de los terremotos se basa en la confianza de que su análisis nos ayudará en la comprensión de sus propias dificultades, en forma de conceptos estructurantes, que en cierta medida se corresponden con obstáculos epistemológicos o se derivan directamente de ellos (García Cruz, 1998).

Pero, además, la trágica situación de devastación y muerte (más de 220.000 víctimas) ocasionada por el tsunami del 26 de diciembre de 2004 en varios países del Índico nos muestra con claridad que éste es un tema de vital importancia para la protección civil.

Cuando abordamos una catástrofe natural de la entidad de los terremotos como contenido escolar, es fácil sospechar que las representaciones de algunos alumnos

Tabla 1
Estudios didácticos de las concepciones sobre terremotos.

AUTORES	CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS	PROPÓSITO DE LAS INVESTIGACIONES	RESULTADOS
Tsai, C.C. (2001) «Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of students worldviews»	Entrevista a las 2 semanas, 2 meses, 5 y 8 meses después de un fuerte terremoto, a 60 alumnos, de 11 y 12 años, de 2 ciudades de Taiwán.	1) Explorar las ideas sobre los terremotos después de vivir uno. 2) Estudiar la visión del mundo de alumnos no occidentales. 3) Identificar la fuente de información sobre los terremotos.	Los alumnos emplean 3 acercamientos para resolver la incongruencia entre su visión de mundo y la científica: 1) Aceptar las ideas científicas y rechazar su visión de mundo más original. 2) Adquirir las científicas y mantener su visión de mundo. 3) Mantener su visión de mundo e ignorar la científica. Los maestros, padres (familiares mayores) y los medios públicos (televisión y periódicos) son su fuente de información. Los alumnos cuyos padres y medios públicos son su fuente principal de información presentan una visión del mundo congruente con mitos y lo científico-mítico.
Ross, C. E. K. y Shuell, T. J. (1993) «Childrens beliefs about earthquakes»	Entrevista de 15 minutos a 91 estudiantes de K-6 grado de 3 escuelas en 2 estados muy distantes de EEUU: Nueva York y Utah.	1) Determinar las concepciones de estudiantes de una escuela elemental sobre los terremotos. 2) Ver cómo se afectan las respuestas después de sentir un terremoto.	– Los niños adquieren conocimientos de su mundo antes de la instrucción. – La instrucción no garantiza la comprensión del tópico, ni elimina los errores conceptuales. – La confusión más frecuente fue entre terremoto y volcanes. – La nueva terminología puede crear dificultad o un uso incorrecto o inapropiado. – La naturaleza no observable del terremoto puede dificultar el entendimiento de sus causas. – Sentir los efectos de un terremoto añadió nuevas respuestas: daños a la propiedad, muertes, heridos.
Allain, J.C. (1995) «Séismes, eruptions volcaniques et intérieur de la Terre: conceptions d'élèves de huit à dix ans»	Técnicas como: dibujo individual, cuestionario escrito, entrevista individual y confrontación oral, a más de 200 alumnos, de 8 a 10 años en Francia.	1) Explorar los conceptos iniciales de los alumnos sobre los sismos y los volcanes. 2) Identificar la fuente de información para sus ideas. 3) Identificar las dificultades y los obstáculos para aprender nuevos contenidos.	Sobre los terremotos: – Los alumnos evocan manifestaciones destructoras y catastróficas. – Mencionan diversas causas naturales para su origen: *a*) los volcanes, *b*) las causas naturales internas del planeta, *c*) la atmósfera, *d*) las fallas locales o las causas tectónicas, *e*) la rotación de la Tierra, *f*) causas humanas, y *g*) explicaciones extraterrestres como meteoritos, estrellas o planetas. – Hay una progresión en las ideas: el estadio «volcanes = causa de terremoto» precede a las causas tectónicas. – Los obstáculos epistemológicos o didácticos fueron: el antropomorfismo, el artificialismo, la profundidad y la inaccesibilidad y los problemas de escala. – El vocabulario nuevo creó confusión. – El origen de las concepciones se atribuye a: el saber escolar, documentales bibliográficos y audiovisuales. – Los sistemas explicativos de los alumnos son irresistentes; para otros, son fantasiosos o pertinentes.

basadas en mitos y leyendas pueden determinar una conducta inadecuada en situaciones de emergencia. Las noticias del suceso asiático nos han mostrado que miles de personas, que vieron el retroceso de las aguas en las playas, no supieron interpretar este hecho ni, por lo tanto, reaccionar a tiempo; y algunas crónicas relatan como cientos de personas se acercaron a la orilla del mar asombrados ante este indicio de la llegada del tsunami. Sin embargo, entre tanta fatalidad, hay una historia entrañable y especialmente interesante desde el punto de vista educativo: se trata de Tilly Smith, la niña británica de 10 años que interpretó correctamente el retroceso de las aguas «**porque lo había estudiado en la escuela unas semanas antes»**, y que, al parecer, salvó la vida a más de un centenar de turistas (ver, por ejemplo, «Cómo salvarse de un tsunami», J. Sanpedro, *El País*, Domingo 9 de enero de 2005).

Hoy, cuando la mayoría de los expertos manifiesta que la existencia de una mínima red de alerta en el Índico podría haber salvado miles de vidas el pasado 26 de diciembre, y desde Naciones Unidas se discute cómo poner en marcha una red con sismómetros y sensores de presión en los fondos marinos, historias como las de Tilly nos muestran claramente la importancia del trabajo escolar, especialmente en temas como éste, en los que la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad es tan estrecha.

MARCO DEL ESTUDIO

Localización

Puerto Rico es una isla con un alto nivel de riesgo sísmico situada en la placa tectónica del Caribe, muy cerca del borde de la Placa de América del Norte. Según la Red Sismológica de Puerto Rico (RSPR) ha habido un notable aumento en la cantidad de sismos registrados en la isla durante los últimos años que muestran una magnitud que va de 3 a 3,9 en la escala Richter (Puerto Rico Seismic Network y Sismo Notas, Boletín Informativo de la RSPR). La mayoría se han originado a profundidades que van de 12 a 32 millas, es decir, de 19,2 a 51,2 km aproximadamente. Aunque la magnitud de los «temblores de tierra» no ha causado daños materiales significativos en más de siete décadas, el gobierno de la isla insiste constantemente en preparar a la ciudadanía para afrontar posibles situaciones catastróficas, ya que en el 1918 hubo un intenso terremoto de 7,3 grados en la escala Richter que ocasionó un maremoto y causó graves daños económicos.

Propósito del estudio

El trabajo que presentamos tiene un propósito triple:

1) Recopilar y analizar las concepciones de un grupo de alumnos en Puerto Rico sobre los terremotos.

2) Confirmar la presencia de algunas concepciones que reflejen la cosmovisión específica de los puertorriqueños y determinar cuán arraigadas están dentro de su marco interpretativo. Después de todo, la vida de los alumnos gira en torno a su ambiente social, y su contexto geográfico ejerce gran influencia en su manera de enfocar las cosas.

3) Poner en evidencia las confusiones, los preconceptos, los pseudoconceptos y, en definitiva, identificar aquellos obstáculos epistemológicos que pueden dificultar el aprendizaje sobre el origen de los terremotos y sobre la teoría de la tectónica de placas.

Características de los alumnos

En Puerto Rico, el tema de los terremotos, sus causas y efectos se estudia en el curso de Ciencias Terrestres de noveno grado (14 años de edad). Nuestra experiencia con este curso, desde hace más de dos décadas, nos ha permitido constatar que los alumnos poseen una gran variedad de ideas sobre el origen de este fenómeno natural antes de estudiarlo formalmente.

En el estudio que ahora presentamos participaron 104 alumnos (56 F y 48 M) que estudiaban Ciencias Terrestres en el noveno grado, en su mayoría, residentes en zonas rurales de Manatí, un pueblo con poca actividad sísmica en Puerto Rico. Los estudiantes no se habían enfrentado en los grados anteriores (7º y 8º) de su educación formal al tema del origen de los terremotos. Sin embargo, durante el curso actual, habían trabajado algunos conceptos relacionados con el interior del planeta como, por ejemplo, formación de rocas ígneas, magmas, metamorfismo, estructura interna de la Tierra… Por lo tanto, parece razonable que sus respuestas estén influenciadas por el contenido científico del curso.

Por otra parte, en el momento de pasar el cuestionario, la mayoría de los alumnos no había sentido ningún terremoto de gran importancia, aunque sí algunos leves. Dado que los alumnos de estas edades tienen frecuentemente cierta propensión al catastrofismo (Pedrinaci, 2001; Granda Vera, 1998), sus representaciones más catastróficas no deberían estar directamente influenciadas por sus vivencias personales, sino, más bien, por extrapolación de ideas basadas en sus vivencias a escalas menores o bien por las imágenes reproducidas por los medios de comunicación masivos.

El instrumento

La recopilación de datos se hizo dentro de una situación didáctica natural (Anexo). La profesora del curso, que era también la investigadora, pasó el cuestionario como parte de la exploración de ideas antes de iniciar el tema de los terremotos. Esta situación pedagógica resultó ser una condición única y natural para recoger las concepciones de los alumnos, porque ayudó a evitar la situación incómoda de contestar un cuestionario que no tiene sentido ni pertinencia para el estudiante y, en consecuencia,

creemos que disminuyó esa tendencia detectada por algunos autores (Carrascosa y Gil, 1985) a las respuestas rápidas y superficiales.

El cuestionario estaba dividido en dos secciones: la primera tenía 10 preguntas abiertas (algunas dirigidas), diseñadas con el propósito de proveer al alumno la oportunidad de expresar libremente sus ideas personales, e incluso con la oportunidad de apoyar sus respuestas con dibujos. Las mismas fueron analizadas con técnicas descriptivas simples para realizar distribuciones de frecuencia.

La segunda sección consistía de 22 declaraciones con una escala tipo *likert* de cinco niveles de respuesta, desde «totalmente de acuerdo» hasta «totalmente en desacuerdo». Esta sección fue analizada en términos porcentuales con un doble propósito: recoger información de las creencias de los alumnos sobre algunos mitos y falacias que se han identificado en los puertorriqueños en torno a los terremotos (Molinelly, 1992); y confrontar las interpretaciones de los alumnos con los datos de la primera sección del cuestionario.

HALLAZGOS Y ANÁLISIS

Las respuestas con relación al origen de los terremotos fueron muy variadas y heterogéneas. Algunas de las más espontáneas nos permitieron identificar concepciones muy genuinas. En las explicaciones ofrecidas en la primera parte del cuestionario, podemos percatarnos de dos tendencias principales: explicaciones con contenido científico, y explicaciones basadas en creencias populares y en «mitos» (algunos muy antiguos y otros que se consideran modernos). (Tabla 2)

Explicaciones basadas en contenidos científicos

La tendencia de la mayoría de los alumnos fue recurrir a las causas naturales para explicar el origen de los terremotos. Muchos reflejaron ideas que están en proceso de construcción. Entre las concepciones expresadas se encontraron algunas inexactas, incompletas, confusas o con errores conceptuales.

Contenido escolar

El 44% de los alumnos recurrió a dar explicaciones relacionadas con procesos naturales del interior de la Tierra, utilizando términos ya trabajados en el curso de Ciencias Terrestres como: calor y presión, interior del planeta, magma, gases, rocas, capas internas. Veamos ejemplos:

Algunos alumnos mencionan el calor o la presión como los factores originarios de los terremotos: «por [el] mucho calor y la mucha presión que tiene la Tierra», «por una gran presión dentro de la Tierra [es] que hay desastres», «debido al calor que está debajo de la Tierra».

Tabla 2

Resultados principales de las ideas de los alumnos sobre el origen de los terremotos (%).

CAUSAS DE LOS TERREMOTOS	RESPUESTAS ESPONTÁNEAS (1a. SECCIÓN)		RESPUESTAS «ESTOY DE ACUERDO» (2a. SECCIÓN)
Contenido científico			
Procesos naturales del interior de la Tierra	44		
Calor y presión	10		
Rocas	10		
Gases	6		
Magma	5		
Líquidos	1		
Otras respuestas (impulsos, vibraciones...)	12		
Fallas o placas tectónicas	6		
La acción del hombre	6		
Origen volcánico	5		
Creencias populares, mitos		10	
Puerto Rico está en la cima de un volcán	5		15
Castigos de Dios	5		6
Animistas	5		
Clima	3		11
Alineación de los planetas	1		6
Respuestas únicas (gravedad, rotación...)		13	
Alumnos que no contestaron la pregunta		10	

Nota: En la pregunta abierta sobre el origen de los terremotos, el alumno podía dar todas las alternativas posibles que validaran su respuesta.

Otros hacen referencia al modelo de la estructura interna de la Tierra «ocurren vibraciones en el núcleo, manto de la Tierra y hacen terremotos en Tierra»; «porque las capas de la Tierra se mueven o son impactadas por una roca». Algunas de las respuestas que hacen referencia a choques de las rocas como agentes capaces de originar un terremoto son: «Porque las rocas que están debajo de la tierra se están partiendo y a la misma vez la tierra se mueve.»; «Porque las rocas chocan»; «Porque las rocas se movían hacia arriba y hacia abajo y otras de lado» ; «Porque las rocas debajo de la Tierra se empiezan a acomodar y creo que eso causa un terremoto.»

Estas explicaciones nos recuerdan las ideas de Anaxímenes cuando afirmaba que los terremotos son causados por masas de rocas dentro de la Tierra cayendo por alguna causa, chocando unas con otras con gran violencia (Dawson, 1954).

Paralelismo con explicaciones de la ciencia antigua

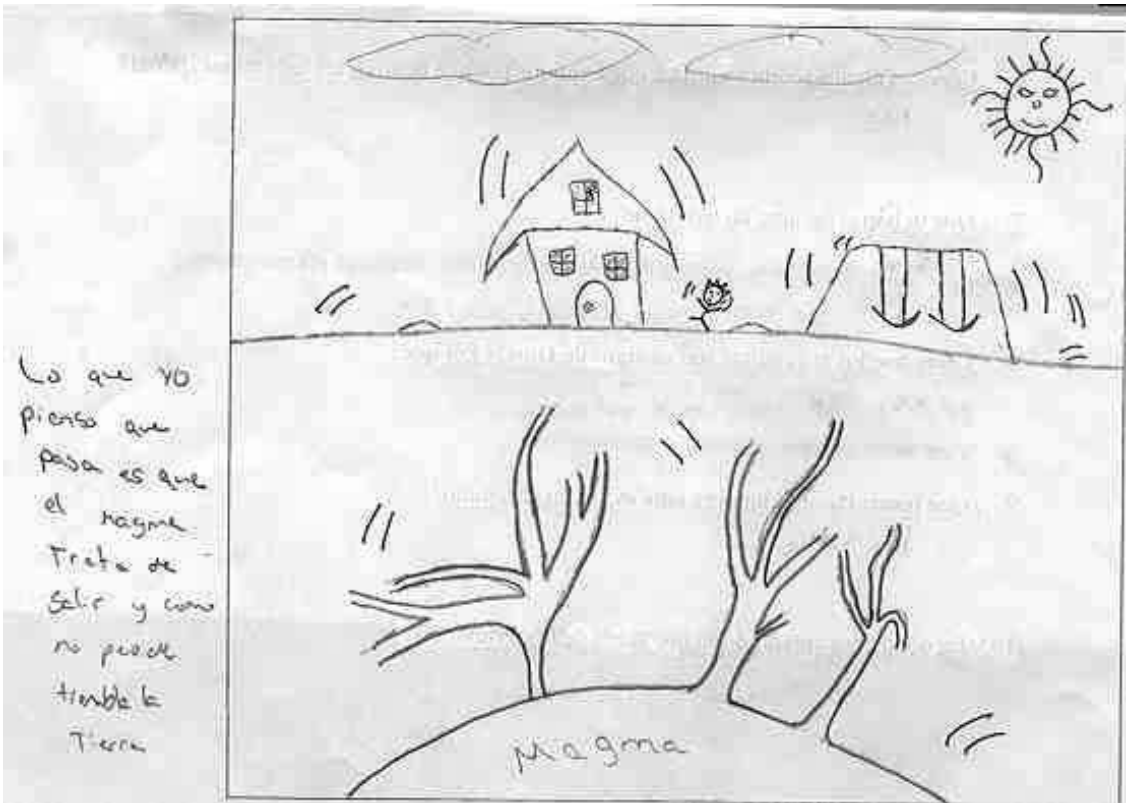
Muchas de las respuestas ofrecidas por los alumnos, relacionadas con el interior de la Tierra, tienen un parecido con las explicaciones de la ciencia antigua. La semejanza puede atribuirse a que las explicaciones que se daban en la antigüedad sobre los fenómenos naturales se basaban mayormente en la percepción de los sentidos. Según Pozo y Gómez (2001), este tipo de concepción de origen sensorial presenta una mayor universalidad a través de las culturas y edades. Veamos algunos ejemplos:

Un 6% de los alumnos señala que los gases que se mueven en el interior del planeta son los causantes de los terremotos. Estas respuestas guardan gran semejanza con las explicaciones de Séneca, cuando decía que el vapor, moviéndose sin salida por las cavidades subterráneas, tiene una fuerza capaz de estallar y de estremecer la Tierra. Otras explicaciones antiguas, muy parecidas a la de Séneca, admitían que el aire o los vientos subterráneos que se precipitan contra el seno de la Tierra eran los causantes de los seísmos (Ellenberger, 1989).

Veamos cómo explicaron sus razonamientos algunos alumnos: «porque hay mucho vapor debajo de la Tierra y mucho aire que no tiene donde salir», «tiembla por el calor que hay en el interior del planeta y es una forma de [liberar] sus gases la Tierra».

Un 5% de los alumnos sugieren que las fuertes temperaturas del magma o su enorme presión pueden desencadenar los terremotos. Algunas de sus explicaciones podemos relacionarlas con las teorías plutónicas o explosivas elaboradas durante el siglo XVII, que proponían que los terremotos se producen por la mezcla de vapores sulfurosos y nitrosos que se encuentran en los conductos magmáticos o de fuego que atraviesan la Tierra produciendo grandes explosiones (Hallam, 1985). Veamos el parecido con lo que escribe un estudiante: «cuando el magma se calienta burbujea haciendo presión hacia fuera de la Tierra». Otro afirma: «el magma trata de salir y como no puede tiembla la tierra». La figura 1 nos da una idea de las representaciones que hicieron los alumnos relacionados con el magma.

Figura 1
Magma como causa de los terremotos.



Una estudiante hizo alusión a los líquidos del interior de la tierra como causa de los terremotos de esta manera: «Porque hay movimientos causados por los líquidos diferentes que hay en las tierras subterráneas y causan explosiones, movimientos, desbalances.» Esta explicación nos remite a las ideas elaboradas antiguamente por los neptunianos, que suponían que las infiltraciones del agua del mar, al llegar a cierta profundidad y ponerse en contacto con el magma interno, debían producir evaporaciones tan rápidas que conmovían la corteza terrestre (Hallam, 1985).

Otra estudiante, que escribió que la tierra tiembla «porque tiene escalofríos», nos recuerda las explicaciones aristotélicas basadas en la creencia de que la Tierra es un organismo poseedor de venas y arterias, y el seísmo un ataque de fiebre con jadeos y espasmos (Ellenberger, 1989). Resulta evidente que el simplismo de la respuesta animista ofrecida por la alumna tiene su lógica interna: si los humanos temblamos cuando tenemos escalofrío (para la alumna) o fiebre (para Aristóteles), la tierra tiembla porque tiene escalofrío o tiene fiebre. Aunque el organicismo tuvo una gran influencia en la antigüedad clásica griega (García Cruz, 1998), actualmente su influencia es nula. Sin embargo, es común que los adolescentes recurran al animismo ante situaciones problemáticas que no encuentran solución. Veremos otras respuestas catalogadas como animistas en el epígrafe sobre mitos.

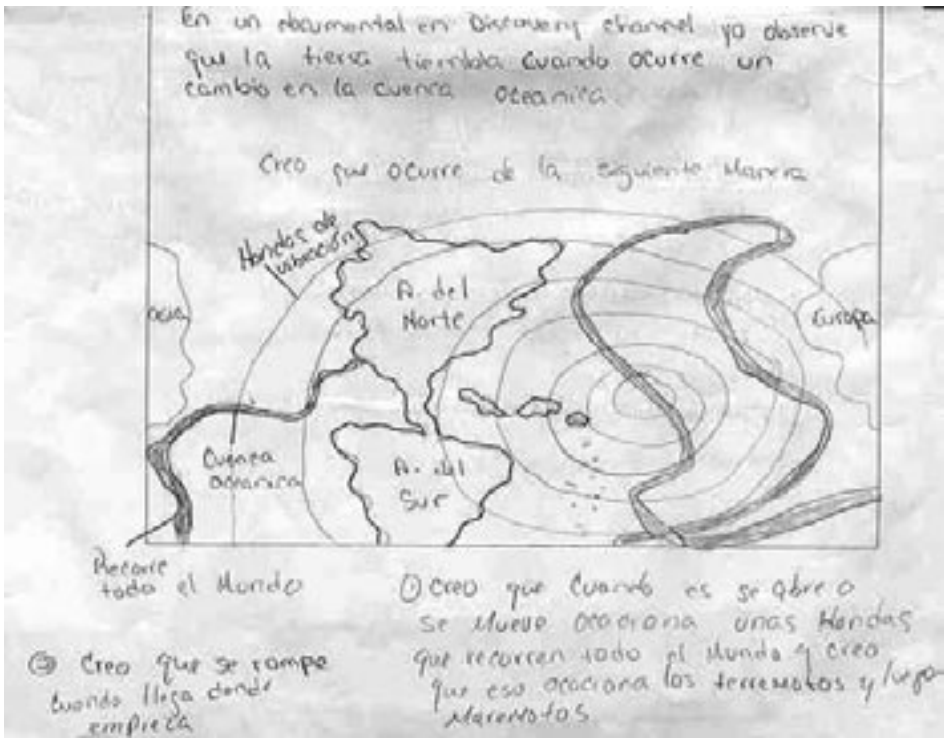
Existen otras respuestas únicas relacionadas con causas naturales del interior de la Tierra. He aquí algunos ejemplos: «tiene que ver con los impulsos que hay dentro de la Tierra», «por los cambios que ocurren en el interior», «porque hay un boquete grande debajo de la Tierra y eso hace que tiemble»,«porque hay un desbalance en la Tierra y la Tierra tiembla para volver a nivelarla pero internamente». Una alumna explica que la tierra tiembla «porque las piedras de la astenosfera se están acomodando», utilizando un concepto trabajado en las clases y que trata de aplicarlo a una nueva situación. En general, muchos actúan de esta manera, tratando de elaborar explicaciones con el material escolar académico recién adquirido.

Explicaciones con contenido científico basadas en las teorías científicas de la actualidad

Los alumnos que abordaron el tema de las fallas o de las placas tectónicas como causas de los terremotos (6%) lo hicieron vagamente, sin profundidad, como en el caso de la estudiante que dice que la tierra tiembla «por placas tectónicas separándose.» Incluso algunos mostraban confusión con los términos «capas tectónicas» y «placas tectónicas». Obviamente vemos que son conceptos que están en procesos de construcción, lo que demuestra que se ha abierto en la mente de estos jóvenes un espacio para enriquecer y evolucionar el concepto hacia una mejor comprensión de la teoría de la tectónica de placas. Un estudiante escribe: «Pienso que es por unas fallas en la tierra que están haciéndose presión un lado contra otro y cuando una falla cede el terreno tiende a moverse.» Otro señala: «Las capas tectónicas se mueven y las ondas viajan por la tierra y se reflejan más fuerte en ciertos lugares.»

Un alumno hace un dibujo muy notable para explicar lo que vio en un documental: «En un documental de Discovery Channel yo observé que la tierra tiembla cuando ocurre

Figura 2
Ondas sísmicas.



un cambio en la cuenca oceánica. Creo que ocurre de la siguiente manera:» (Fig. 2)

Obviamente existe una confusión conceptual entre lo que ve y lo que interpreta el alumno. Las ondas que ve en el dibujo son para él la causa del terremoto, cuando es el terremoto el que ha originado las ondas sísmicas. Esto nos lleva a resaltar el problema de la construcción de los conceptos en estas edades que están en proceso de desarrollo y maduración y como a veces las imágenes son fuente de errores. Especialmente si no existe una base conceptual que ayude a interpretarlas.

Por otro lado, entendemos que la teoría tectónica es una teoría global, resulta muy difícil para un alumno asociar un fenómeno local como el seísmo con una causa general. La idea de la globalidad se ha visto como un obstáculo epistemológico en el ámbito escolar (García Cruz, 1998). Que el alumnado asimile la idea de la globalidad y que maneje con soltura términos usados muy raramente en el lenguaje cotidiano no resulta nada fácil. Después de todo, la teoría de la tectónica de placas, también encontró mucho rechazo cuando se planteó inicialmente al mundo académico. Resulta lógico que al adolescente de nuestra muestra le cueste manejar los conceptos de la teoría.

Explicaciones con contenido científico relacionadas con los volcanes

Un 10% de los alumnos considera que los terremotos tienen un origen volcánico. Veamos cómo lo expresó uno de ellos: «Porque un volcán explota bien fuerte y hace un terremoto.» Asociar vulcanismo y seísmo puede ser bastante normal si se tiene en cuenta que las erupciones volcánicas, en general, vienen acompañadas de sacudidas telúricas o, simplemente, si se recuerda que el famoso y espectacular Cinturón de Fuego del Océano Pacífico concentra una impresionante actividad sísmica y volcánica. En el trabajo de Allain (1995) y Bezzi (Ross y Shuell, 1993), encontramos que la mayoría de los alumnos citan los volcanes como causa esencial de los seísmos. Sin embargo, el 63% de nuestra muestra está «en desacuerdo» con la idea de que los terremotos sólo ocurren donde hay volcanes (2a. sección del cuestionario); tal vez porque en Puerto Rico no existen volcanes activos ni es fácil identificar los volcanes que dieron origen a la isla. No obstante, como veremos más adelante, algunos de estos alumnos también sostienen que Puerto Rico está en la cima de un volcán que puede estallar y causar terremotos.

La acción del hombre

Un 6% de los alumnos adjudica al hombre la capacidad de originar terremotos debido al uso indebido de la naturaleza; la deforestación, la contaminación, la construcción excesiva, la extracción de petróleo y de gas natural son razones válidas para que se produzcan los terremotos: «La Tierra tiembla muchas veces por culpa de nosotros mismos [...] por tanto daño, deforestación y contaminación a la naturaleza [...]»; «Pienso yo que es porque el hombre extrae mucho petróleo y gas natural de la Tierra.» Otros alumnos sugieren que el peso de las construcciones puede originar los terremotos: «Por el peso de las casas, edificios, etc., hacen mucha presión en un lado y se baja más que otro.»; «Porque el hombre hace construcciones que afectan la Tierra.»

Evidentemente existe una confusión conceptual; manejan un conocimiento basado en problemas ambientales causados por la humanidad, y muy divulgado por los medios de comunicación, que han trasladado a otra situación. No sabemos hasta qué punto esta confusión representa un obstáculo serio para el aprendizaje.

Explicaciones basadas en mitos

La otra tendencia que encontramos es la de recurrir a los mitos o a las creencias populares para explicar el origen de los terremotos. El mito ha sido importante en la interpretación que el hombre hace de su mundo, porque le ofrece una explicación lógica a asuntos difíciles de comprender o controlar. La creencia popular también tiene una lógica razonable porque se basa en la observación del mundo natural y en la extrapolación a aquello que no es entendible, pero que tiene unas características similares de lo captado sensorialmente. Por eso, tanto los mitos como las creencias populares no se cuestionan, simplemente se interpretan como verdades y se aceptan como tales. (Entrevista a L. Santiago, antropólogo, el 22 de marzo de 2003).

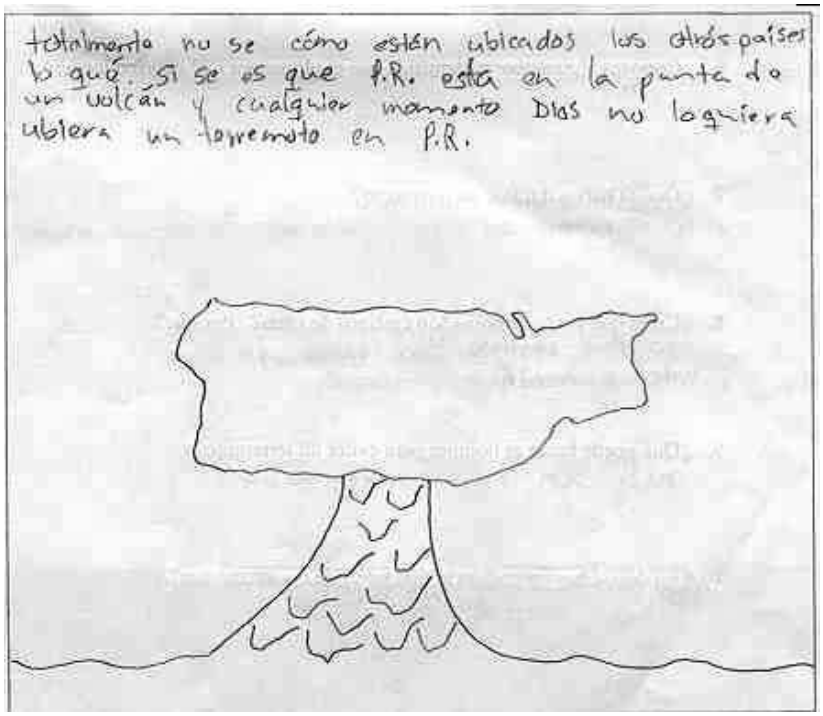
Actualmente, existen muchos mitos modernos que son explicaciones sin ninguna base científica. En la literatura científica podemos encontrar identificados muchos de ellos. Podemos localizar algunos ejemplos en la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos, «USGS Earthquake Hazards Program» (http://earthquake.usgs.gov/faq/myths.html), donde una de sus secciones está dedicada a Common myths about earthquakes. Veamos algunas creencias o mitos sostenidos por los alumnos al explicar el origen de los terremotos.

Creencias religiosas: los terremotos son castigos de Dios

El 5% de los alumnos hace una referencia espontánea a esta posible causa. «Puede ser que por tanta maldad, violencia y por el comportamiento equivocado del ser humano, Dios envía esto como castigo», «En algunas ocasiones, porque el pueblo de Dios comete muchos pecados y no se arrepienten». Una estudiante escribe: «Tal vez, la Biblia dice que Dios es amor pero también fuego consumidor, y si un pueblo al que Dios le ha hablado no obedece, Dios le puede enviar una prueba y lo vemos de ejemplo en la Biblia cuando Dios destruyó a Sodoma y Gomorra».

La 1a. sección del cuestionario incluía dos preguntas con el propósito de profundizar en las creencias religiosas de los alumnos. A la pregunta: ¿Crees que los terremotos son castigos de Dios?, el 87% de los alumnos contestó que no y el 5% que sí. Dos razones básicas fueron dadas para decir no: «No, porque es algo de la naturaleza» (44%)

Figura 3
PR encima del volcán.



y «No, porque Dios no castiga» (17%). En la segunda sección el 6% de los alumnos estuvo de acuerdo con la premisa: los terremotos son castigos de Dios. Algunos alumnos manifestaron dudas y escribieron «tal vez».

Antiguamente se consideraba que el seísmo era la peor calamidad y era por excelencia el castigo de Dios (Vincent, 1992). El castigo, según ellos, viene por la maldad del hombre, su violencia, sus pecados o su desobediencia.

El bajo porcentaje de alumnos que, en nuestro trabajo, hacen referencia a causas divinas, puede inducirnos a pensar que estos jóvenes se han alejado de las creencias religiosas más tradicionales. Sin embargo, percibimos que detrás de esa respuesta manifiesta hay una respuesta latente, ya que el 52% de la muestra cree que la oración y la fe pueden detener un terremoto (2a. sección). Para ellos, Dios puede detener un terremoto porque «Él todo lo puede», sólo hay que pedir con fe. Es obvia la contradicción entre estas respuestas, que puede ser debida a la manera en que está redactada la pregunta. Los mismos alumnos nos dieron una clave para pensar en ello al revelar su discrepancia verdadera. «Dios no castiga, Dios es amor». Estamos seguros de que la mayoría de estos jóvenes aceptarían que Dios puede enviar un terremoto si el hombre sigue en pecado y alejado de Él.

No consideramos que la fe religiosa de los alumnos pueda ser un obstáculo insalvable en su aprendizaje sobre los terremotos. Resultados de otras investigaciones indican una interacción compleja entre las creencias personales (p.e., religiosas) y el conocimiento científico (Lee, 1999). En efecto, el 84% de los alumnos encuestados en nuestra muestra admiten que la ciencia ha permitido conocer más sobre las causas de los terremotos (2a. sección).

El animismo

Algunos alumnos (5%) transfieren a la Tierra atributos de un ser vivo y describen cómo sus necesidades físicas o emocionales originan los terremotos. Veamos dos ejemplos de este tipo de respuesta: «Cuando la Tierra tiembla no puede respirar adecuadamente». «Porque la gente le hace daño a la naturaleza y ella se desquita así». En esta última explicación de causa y efecto vemos como causa la acción negativa del hombre sobre la naturaleza y el efecto es una reacción intencionada de la Tierra que, para desquitarse con el hombre, provoca terremotos.

Es difícil decidir si catalogar estas concepciones dentro de las tendencias explicativas de la ciencia antigua o englobarlas dentro de los mitos. Sin embargo, la hemos colocado dentro de las explicaciones míticas porque, para la psicología genética, el animismo se explica como una tendencia instintiva, como un mecanismo primitivo, en el cual el hombre supone intenciones, voluntad, causalidad, análogas a las suyas a objetos que no lo tienen (Piaget, 1933, 1997).

La adolescencia es una etapa de transición entre la niñez y el joven adulto; estos jóvenes, aunque son capaces de un pensamiento formal, no siempre lo usan porque a veces la fantasía les ocupa (Papalia y Wenkos, 1992). Con la adolescencia, la necesidad de explicación que da origen al animismo decrece aunque nunca desaparece totalmente. Lo vemos, por ejemplo, cuando un hombre se encoleriza contra una mesa con la que tropieza (Piaget, 1933, 1997).

El que un alumno diga que «La Tierra tiembla porque necesita [eliminar] sus gases y liberarse de lo que tiene» o que «La Tierra se mueve para acomodarse» supone intenciones de parte de la Tierra y señala el carácter inacabado del desarrollo cognitivo del adolescente y el mantenimiento del funcionamiento intelectual característico de la infancia: adualismo, antropomorfismo, artificialismo (Astolfi, 2001). No obstante, este animismo no es un diagnóstico sólido, puede ser que un niño que acaba de prestar conciencia a un objeto se la niegue después: basta con que se añada un nuevo factor para que el niño olvide todo lo que ha dicho y cambie de creencias (Piaget, 1933, 1997). Posiblemente estos jóvenes han sentido la necesidad momentánea de este animismo, porque su pensamiento ha chocado con un fenómeno que no podían explicar mecánicamente. Pensamos que, en todo caso, este carácter en los adolescentes es reducido y poco frecuente.

Mitos modernos

Puerto Rico está en la punta de un volcán

Existen respuestas que están asociadas a la situación específica de Puerto Rico. Explica un alumno: «Puerto Rico está en la punta de un volcán y cualquier momento, Dios no lo quiera [va a ocurrir] un terremoto en Puerto Rico.» Otro repite la idea así: «Porque debe de haber cualquier erupción de un volcán debajo de la isla». La figura 3 ilustra muy bien el modelo mental de estos alumnos.

Esta concepción, que reaparece en nuestro curso desde hace muchos años, y que en esta investigación afloró nuevamente (15%), está muy arraigada en la memoria colectiva del puertorriqueño. Así lo confirman por separado Von Hillebrant y Molinelly en las entrevistas mantenidas con ellos. Si se acepta esta idea, es muy lógico y tiene sentido pensar que Puerto Rico tiembla por el volcán. La isla vibra o se impulsa por el calor del volcán, ya sea por los gases o por el magma cuando intentan salir.

Creemos que el estudiante que acepta como real este pensamiento cotidiano, recibido por comunicación social, no lo cuestiona porque está revestido de sentido común. El alumno se ve imposibilitado de ver qué sucede en el interior de la corteza isleña. La imposibilidad de observación directa de los procesos internos de la Tierra, asociado a la dificultad de experimentación, plantea aquí otro obstáculo epistemológico para el aprendizaje de los seísmos (García Cruz, 1998). De ahí, la tendencia de aceptar como verdad un «mito» que aparece de manera recurrente en la cultura puertorriqueña. La profundidad y la inaccesibilidad de los fenómenos tectónicos constituyen una limitación verdadera que se debe superar para la comprensión de los seísmos. Para poder corregir este modelo conceptual sería necesario efectuar una ruptura con esa creencia popular. En estos casos trabajar con imágenes puede ser una gran ayuda (Allain, 1995).

El clima puede ser causa de los terremotos

Para algunos alumnos, las condiciones atmosféricas pueden ser la causa de los terremotos. Un alumno escribió: «Porque ocurren cosas en la atmósfera que hace que la Tierra tiemble» Otra estudiante dice: «La Tierra tiembla por tanto cambio de clima de calor a frío y la lluvia. La Tierra se mueve para acomodarse.» Uno hizo una asociación del calor atmosférico con el calor dentro de la Tierra: «Porque hace mucho calor y la tierra se calienta mucho y ese calentón pasa debajo de la Tierra y causa el terremoto.»

Con la premisa *Cuando hace calor y el aire está estancado es indicio de que va a ocurrir un terremoto* (2a. sección del cuestionario), el 11% de los alumnos estuvo de acuerdo. Sin embargo, resulta muy revelador que el 28% de los alumnos cree que existe una relación entre el estado del tiempo y las causas de los terremotos y que el 50% tenga dudas. Las referencias que hacen los alumnos al clima como posible causa de los terremotos son casi idénticas a las de Plinio que, siguiendo a Aristóteles, decía que la Tierra no tiembla más que cuando el mar está encalmado y el aire está demasiado tranquilo (Ellenberger, 1989). Esta idea del «clima del terremoto» está muy arraigada en muchos lugares todavía, por ejemplo, en California (Turner et al., en Ross y Shuell, 1993).

La alineación de la Tierra, el Sol y la Luna

Sólo una alumna menciona espontáneamente que la alineación de la Luna, el Sol y los planetas puede provocar terremotos. Así lo explica: «Cuando el Sol y la Luna se alinean de tal forma, que hacen una fuerza y suben las marejadas, la Tierra se mueve y cuando [...] se acomoda, el movimiento que hace es lo que llamamos terremotos.» La estudiante que hizo mención sobre esta concepción espontáneamente lo hizo sobre una base con contenido científico, ya que usa como ejemplo el efecto de la Luna y el Sol sobre las mareas de la Tierra. Este error conceptual no reviste gran importancia para el aprendizaje del nuevo material de estudio. Por el contrario, revela que la alumna maneja un conocimiento y trata de usarlo en una nueva situación.

En la segunda sección del cuestionario, presentamos la premisa siguiente: *La alineación de la Luna, el Sol y los planetas puede provocar un terremoto*. Y un 6% de los alumnos estuvo de acuerdo con esta posibilidad.

La conducta de los animales puede ayudar a predecir un terremoto

El 36% de los alumnos encuestados está de acuerdo con esta concepción. Esta creencia es muy aceptada en Puerto Rico y en muchas culturas. De hecho ha sido motivo de múltiples investigaciones científicas, destacándose muy especialmente las realizadas por los chinos. Estos estudios, como, por ejemplo, *Some characteristics of animal behaviour prior to earthquake* (publicado por la UNESCO en 1984), sostienen que existe un cambio de conducta observable en los animales antes de ocurrir un terremoto fuerte. No obstante, al no existir una firme evidencia científica que pruebe, fuera de toda duda razonable, que el cambio de conducta del animal es por el advenimiento

de un terremoto y no por otra causa, la literatura científica sigue catalongado esta creencia como un mito moderno (*Common Myths about Earthquakes*, Molinelly, 1992).

Otras explicaciones

Existen otras razones únicas que son difíciles de asociar con el resto de las explicaciones, como, por ejemplo, ésta: «porque por Puerto Rico pasa una cordillera submarina». Otro alumno afirma: «la tierra tiembla cada minuto de su rotación». Y otro dice: «la gravedad va moviendo las capas de la Tierra». Finalmente, veamos un ejemplo de un alumno que ve el terremoto como un proceso evolutivo de la Tierra: «es la forma de cómo un terreno puede tener cambios, como si la Tierra evolucionara para que se creen montañas o cuevas».

DISCUSIÓN FINAL

1*)* Se ha presentado un cuadro muy variado de las concepciones de los alumnos con relación al origen de los terremotos en el que se constatan similitudes con estudios anteriores (Allain,1995; Tsai, 2001; Ross y Shuell, 1993), pero también importantes diferencias. En nuestro análisis, hemos catalogado las respuestas ofrecidas por los alumnos en dos tendencias principales: las que recurren a las causas naturales para explicar el origen del fenómeno y las que usan mitos o creencias populares en sus explicaciones. Aunque es muy común el intento de elaborar explicaciones a partir de los contenidos escolares recién trabajados, también encontramos que muchas concepciones guardan alguna semejaza con las explicaciones de la ciencia antigua. Vemos, por ejemplo que, al igual que algunos pensadores de la antigüedad, algunos de los alumnos piensan que los gases, los líquidos o el magma, al someterse a temperaturas muy elevadas y a mucha presión, son los protagonistas de los movimientos repentinos del interior terrestre que ocasionan terremotos. Otros estudiantes asocian terremotos con vulcanismo. Ésta concepción que aparece reflejada en el trabajo de Allain (1995) fue aceptada por la ciencia antigua y está reconocida como una creencia de carácter universal. En definitiva, comprobamos que la historia de la ciencia puede ser un instrumento importante para detectar las dificultades de aprendizaje existentes y orientar las estrategias que permitan su superación (Gagliardi y Giordan, 1986; Duschl, 1990; García Cruz, 1998; Pedrinaci, 2001).

Por otra parte, las concepciones que están relacionadas con creencias muy profundas, como las religiosas o los mitos antiguos o modernos, parecen más tenaces y es conveniente considerarlas oportunamente. Entre los mitos de carácter más universal detectados en nuestro estudio destacamos los siguientes:

• El comportamiento de los animales puede ayudar a predecir un terremoto.

• Cuando hace mucho calor y el aire está estancado es indicio de que va a ocurrir un terremoto.

• La alineación de la Luna, el Sol y los planetas puede provocar un terremoto en la Tierra.

• La oración y la fe pueden ayudar a evitar los terremotos.

2) Hemos encontrado respuestas muy espontáneas que nos permiten identificar concepciones genuinas atribuibles a la herencia colectiva construida socialmente. Entre las concepciones que reflejan la cosmovisión específica de los puertorriqueños destaca la idea de que Puerto Rico está en la cúspide de un volcán y que los terremotos ocurren cuando el volcán va hacer erupción. Esta idea reaparece no sólo en las clases, sino que también se manifiesta en gran parte de la población puertorriqueña, como se ha constatado en las actividades de divulgación sobre concienciación sísmica (Entrevistas con el Dr. Molinelly y con la directora de la Red Sísmica de Puerto Rico, Christa Von Hillebrand). Parece claro que esta explicación pertenece a un contexto sociocultural en particular y refleja un modo «único» de entender el fenómeno natural que nos ocupa. Esa visión, que no posee ninguna validez científica, es representada a través de un esquema mental que ha sido trasmitido culturalmente, inclusive dibujado.

El afloramiento constante de esta idea prueba el papel tan importante que juega la sociedad en la elaboración de las concepciones de los alumnos. Estas ideas que están muy arraigadas en la conciencia colectiva del pueblo son difíciles de enfrentar, se convierten en núcleos duros para penetrar. De igual modo, resulta muy difícil enfrentar las ideas religiosas con las científicas. Sin embargo, parece que los alumnos pueden mantener ambas visiones sin entrar en contradicciones significativas, ya que aquí su estrategia mental no es de confrontación sino de separación (Lee, 1999).

Otras creencias que están muy arraigadas en el pueblo puertorriqueño y que están relacionadas con lo que podría ocurrir en la isla si ocurriera un terremoto devastador son las siguientes:

• La creencia de que un terremoto fuerte puede destruir toda la isla.

• Puerto Rico podría hundirse en el mar si ocurriera un terremoto de gran magnitud.

• Un maremoto puede barrer toda la isla de Puerto Rico.

3) Por otra parte, hemos identificado algunos obstáculos epistemológicos en concordancia con las recientes reflexiones de autores como García Cruz (1998) y Pedrinaci (2001), entre otros, cuya complejidad didáctica, convenientemente señalada, dificulta en gran medida el aprendizaje sobre el origen de los terremotos y de la teoría de la tectónica de placas. Entre ellos destacamos:

• La imposibilidad de observación directa del mecanismo que ocurre en un terremoto.

• La creencia de que la tierra permanece inmutable desde el momento de su creación.

• La globalidad. Aunque los terremotos son fenómenos localizables, son sucesos geológicos que dependen del funcionamiento general del planeta.

• El catastrofismo precientífico, cuya tendencia es ver los terremotos asociados a catástrofes no sustentadas por el conocimiento científico disponible, por ejemplo, el hundimiento de la isla o la Tierra que se abre y se traga la gente durante el terremoto.

Finalmente, destacamos que con nuestro estudio se confirma que muchas de las concepciones de los alumnos están influenciadas por las condiciones geográficas, históricas y sociales del lugar donde viven. Estas concepciones se nutren de creencias populares, religiosas y «mitos», con su trama de ideas informales. Lo difícil de trabajar con esas concepciones es la fuerza colectiva que las caracteriza, su origen está enraizado en las creencias del pueblo y en su continua transmisión oral.

Como no podía ser de otra manera, al reflexionar sobre el tema de los terremotos desde el punto de vista educativo, la conclusión más importante viene de la mano de la historia de Tilly recogida en la introducción, que nos muestra cómo, en lo referente a catástrofes naturales, un buen trabajo escolar puede, además, salvar vidas humanas.

Tabla 3
Porcentaje de aceptación de creencias y mitos relacionados con Puerto Rico (2a. sección).

PREMISA	DE ACUERDO
– Si ocurriera un terremoto de gran magnitud, Puerto Rico podría hundirse en el mar.	21%
– Un maremoto puede barrer la isla de Puerto Rico.	47%
– Un terremoto fuerte puede destruir toda la isla.	56%
– De ocurrir un terremoto fuerte quedarán en pie la inmensa mayoría de las edificaciones en Puerto Rico.	13%
– La isla de Puerto Rico es parte de un sistema montañoso submarino y es imposible que se hunda durante un terremoto.	21%
– En Puerto Rico casi no ocurren terremotos ya.	61%
– Puerto Rico está en la punta de un volcán que podría estallar en cualquier momento.	15%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAIN, J.C. (1995). Séismes, éruptions volcaniques et intérieur de la Terre: Conceptions d'elèves de huit à dix ans. *Aster* 20, pp. 43-60.

ASTOLFI, J.P. (2001). *Conceptos claves en la didáctica de las disciplinas.* Sevilla: Díada.

CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1985). La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 3, pp. 113-121.

Common myths about Earthquakes. Recuperado el 10 de marzo de 2003, de la página web del USGS Earthquake Hazards Program en http://earthquake.usgs.gov/faq/myths.html.

COBERN, W.W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80, pp. 579-610.

DAWSON, F. (1938, 1954). *The birth and development of the Geological Sciences*. Nueva York: Dover.

DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIEN, A. (eds.) (1985). *Children's ideas in science*. Londres: Milton Keynes.

DUSCHL, R. (1990). *Reestructuring Science Education. The importance of Theories and their Developmennt.* Trad. cast. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias.* Madrid: Narcea.

Earthquake Myths and Folklore. Recuperado de la web de la Universidad de Memphis del programa CERI en http: //www.ceri.memphis.edu/public/myths.shtml

ELLENBERGER, F. (1989). Historia de la geología. De la antigüedad al siglo XVII, 1. Barcelona: Centro de Publicaciones del MEC y Editorial Labor, SA.

GAGLIARDI, R. y GIORDAN, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias,* 4(2), pp. 253-258.

GARCÍA CRUZ, J.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 323-330.

GRANDA VERA, A. (1988). Esquemas conceptuales previos de los alumnos en geología. *Enseñanza de las Ciencias,* 6(3), pp. 239-243.

HALLAM, A. (1985). Grandes controversias geológicas, pp. 109-154. Barcelona: Labor.

LEE, O. (1999). Science Knowledge, World Views and Information Sources in Social and Cultural Contexts: Making Sense After a Natural Disaster. *American Educational Research Journal*, 36(2), pp. 187-219.

NUSSBAUM, J. (1979). Children's conception of earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*, 62, pp. 273-281.

MOLINELLI, J.A. (1992). Mitos y falacias sobre terremotos, en Comisión de Seguridad contra Terremotos, Segunda Conferencia Nacional sobre Terremotos, Compendio de Material Educativo, Terremotos: debemos y vamos a prepararnos.

PAPALIA, D. E. y WENDKOS, S. (1992). Psicología del Desarrollo, de la infancia a la adolescencia. Santa Fe de Bogotá: Mcgraw Hill/ Interamericana, SA.

PEDRINACI, E. (2001). *Los procesos geológicos internos.* Madrid: Síntesis.

PIAGET, J. (1933, 1997). La representación del mundo en el niño (8a ed.). Madrid: Morata.

POPE, M. y GILBERT, J. (1997). La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias, en Porlán, R., García, J. E. y Cañal P. (comps.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, pp. 73-88. Sevilla: Díada.

POZO, J. I. (2000). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: el caso de las ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(1), pp. 13-19.

POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. (2001). *Aprender y enseñar ciencia* (3a. ed.). Madrid: Morata.

Puerto Rico Seismic Network, University of Puerto Rico, Geology Department; HYPERLINK «http://rmsismo.uprm.edu»

Red Sísmica de Puerto Rico (1998-2002), *Sismo Notas*, Boletín Informativo de la Red Sísmica de Puerto Rico núm. 1-10. Mayagüez. Puerto Rico.

ROSS, K.E. K. y SHUELL, T.J. (1993). Children's beliefs about earthquakes. *Science Education*, 77(2), pp. 191-205.

SOLOMON, J. (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5, pp. 49-59.

TSAI, C.C. (2001). Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of student's worldviews. *International Journal of Science Education*, 23(10), pp. 1007-1016.

UNESCO (1984). Some characteristics of animal behaviour prior to earthquake, en *Earthquake Predictions*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, p. 243. París y Japón: Terra Scientific Publishing Company.

VINCENT, B. (1992). La Tierra tiembla en Andalucía: estudio histórico (siglos X-XIX), en González, J. y González, M. *La Tierra, mitos, ritos y realidades*, pp. 441-449. Barcelona: Anthropos.

VOSNIADOU, S. (1994) Conceptual development in astronomy. *Learning and Instruction*, 4, pp. 45-69.

Entrevistas

MOLINELLI, J.A. Doctor en geología y especialista en el tema de los terremotos. Entrevista personal el 29 de agosto de 2002 en San Juan. Puerto Rico.

SANTIAGO, L. F. Doctor de antropología y especialista en el tema de la cultura popular. Entrevista vía internet el 22 de marzo de 2003.

VON HILLEBRAND, C. Directora de la Red Sísmica de Puerto Rico. Entrevista personal el 21 de noviembre de 2002 en Mayagüez. Puerto Rico.

[Artículo recibido en febrero de 2005 y aceptado en junio de 2005]

ANEXO

Cuestionario (1a. sección)

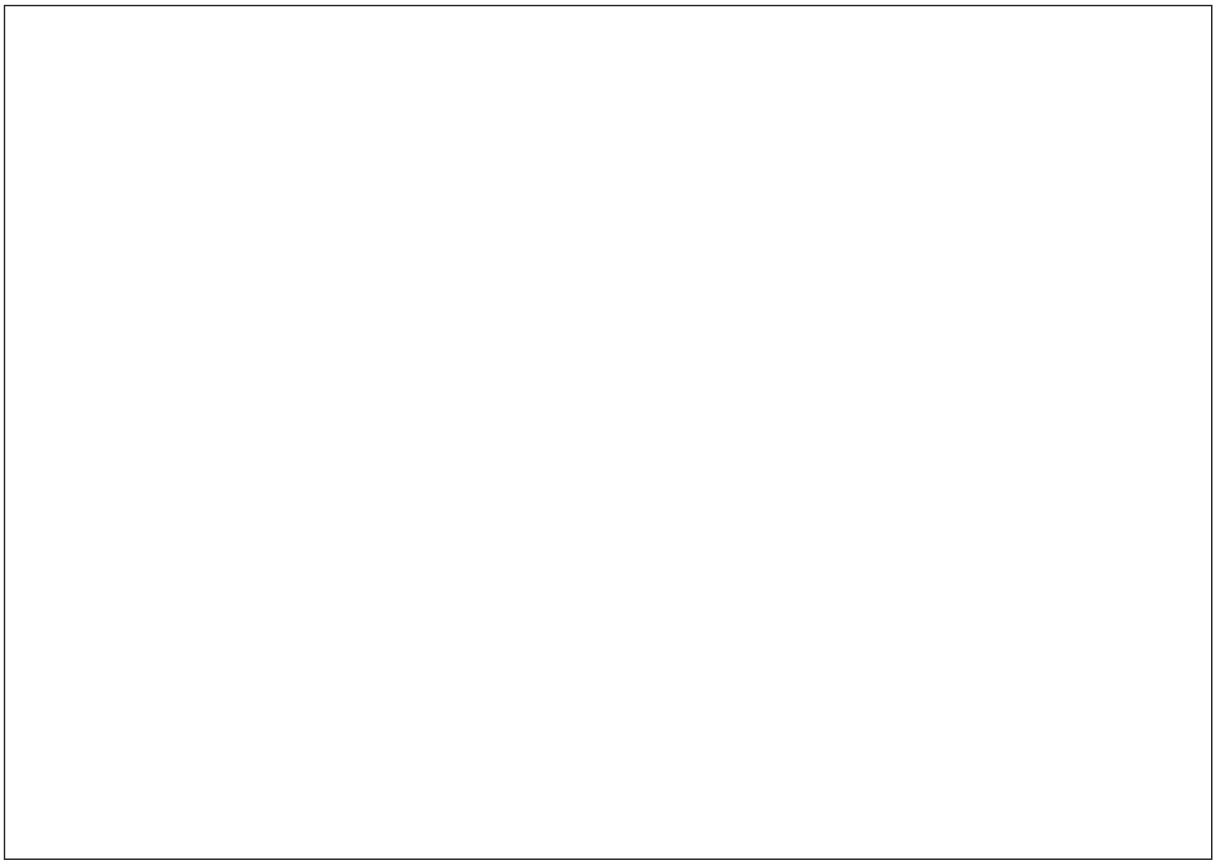
¿Qué sabes de los terremotos?

Mi interés es recopilar información sobre lo que sabes de los terremotos. La información que proveas se usará en un estudio investigativo dirigido a conocer las ideas que tienen los estudiantes puertorriqueños de los terremotos. Gracias por tu sinceridad y apoyo.

Nombre: _____ Edad: _____

1) ¿Had sentido alguna vez un terremoto o temblor de tierra? ¿Qué pasó?

2) ¿Por qué la Tierra tiembla? Haz un dibujo.



3) ¿Qué cosas ocurren durante los terremotos?

4) ¿Conoces algún cuento, leyenda o historia bíblica que mencione los terremotos? ¿Cuál?

5) ¿Cuándo fue la última vez que estudiaste sobre terremotos? ¿En qué grado estabas?

6) ¿Conoces alguna teoría científica que explique por qué ocurren los terremotos? ¿Cuál?

7) ¿Qué harías durante un terremoto?

8) ¿Crees que los terremotos son castigos de Dios? ¿Por qué?

9) ¿Qué puede hacer el hombre para evitar un terremoto?

10) ¿En dónde has aprendido lo que sabes de los terremotos?

Cuestionario (2a. sección con el porcentaje de respuestas)

Premisas	De acuerdo	En desacuerdo	Tengo dudas	No contestó
1. Si ocurriera un terremoto de gran magnitud, Puerto Rico podría hundirse en el mar.	21%	39%	38%	2%
2. El mayor peligro durante un terremoto es que la Tierra se puede abrir y tragarse a la gente, las edificaciones y las ciudades.	40%	38%	20%	2%
3. Cuando hace mucho calor y el aire está estancado es indicio de que va a ocurrir un terremoto.	11%	46%	39%	4%
4. En Puerto Rico casi no ocurren terremotos ya.	61%	21%	16%	2%
5. Un maremoto puede barrer la isla de Puerto Rico.	47%	16%	31%	6%
6. El comportamiento de los animales puede ayudar a predecir un terremoto.	36%	42%	20%	2%
7. La alineación de la Luna, el Sol y los planetas puede provocar un terremoto en la Tierra.	6%	62%	30%	3%
8. En nuestro planeta ocurren más terremotos ahora que antes.	13%	40%	46%	2%
9. No existe una relación entre el estado del tiempo y las causas de los terremotos.	20%	28%	50%	2%
10. Un terremoto fuerte puede destruir toda la isla.	56%	17%	25%	2%
11. Durante un terremoto, la mayor parte de las muertes y heridas son causadas por las caídas de los edificios.	88%	7%	5%	0%
12. Puerto Rico está en la punta de un volcán que podría estallar en cualquier momento.	15%	51%	34%	0%
13. Los terremotos son castigos de Dios.	6%	84%	9%	2%
14. La oración y la fe pueden evitar los terremotos.	52%	30%	21%	1%
15. Las causas de los terremotos son impredecibles.	65%	12%	20%	3%
16. La ciencia ha permitido conocer más sobre las causas de los terremotos.	84%	5%	14%	0%
17. En caso de un terremoto debo salir corriendo a buscar un lugar seguro.	41%	42%	16%	0%
18. Debo mantenerme quieto durante un terremoto.	70%	19%	8%	3%
19. El mayor peligro durante un terremoto es que los objetos se caen.	88%	8%	4%	1%
20. De ocurrir un terremoto fuerte quedarán en pie la inmensa mayoría de las edificaciones en Puerto Rico.	13%	53%	34%	0%
21. Los terremotos sólo ocurren donde hay volcanes.	4%	63%	33%	0%
22. La isla de Puerto Rico es parte de un sistema montañoso submarino y es imposible que se hunda durante un terremoto.	20%	15%	63%	1%