

# EsLorca: una iniciativa para la educación y concienciación sobre el riesgo sísmico

F. Martínez Moreno<sup>(1)</sup>, A. Salazar Ortuño<sup>(1)</sup>, J. Martínez Díaz<sup>(2, 3)</sup>, J. A. López Martín<sup>(4)</sup>,  
R. Terrer Miras<sup>(1)</sup>, A. Hernández Sapena<sup>(1)</sup>

(1) Made2dream SL. Empresa de Gestión de Emergencias Municipal frente a catástrofes naturales.  
Plaza Bordadora Apolonia Ros, 1. Bloque B 3D. 30800 Lorca (Murcia)  
paco@paco-martinez.com

(2) Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.  
Avda. J. Antonio Novais s/n. 28004. Madrid.  
jmdiaz@geo.ucm.es

(3) Instituto de Geociencias IGEO (UCM-CSIC)

(4) IES Ramón Arcas, Avenida Juan Carlos I. 30800 Lorca (Murcia)  
juan72@hotmail.es

## RESUMEN

La experiencia adquirida por un grupo multidisciplinar de profesionales durante la emergencia que siguió al terremoto de Lorca ocurrido el 11 de mayo de 2011 pone de manifiesto que si la población hubiese sabido como actuar en caso de terremoto se habrían podido reducir los efectos en las personas e incluso reducir el número de víctimas. El objetivo de este trabajo es presentar un plan educativo realista y aplicable, basado en los conocimientos y la experiencias adquiridos tras el citado terremoto que puede contribuir a eliminar la deficiencia educativa que explica ese comportamiento inadecuado. EsLorca se ha diseñado como un plan educativo que ayude los alumnos/ciudadanos a alcanzar las competencias y destrezas mínimas necesarias para comportarse de forma adecuada ante un terremoto destructivo basándose en la comprensión del fenómeno sísmico desde su origen geológico hasta sus efectos en las edificaciones. Además de la educación reglada, en la que se aplicará inicialmente, el plan incluye en sus objetivos a ciudadanos adultos. El plan educativo consta de una serie de actividades de 50 minutos de duración pensadas para que puedan impartirse en las horas dedicadas a tutorías lectivas, así como en sesiones educativas de fácil organización en asociaciones de vecinos, centros de la tercera edad, empresas, etc. En el caso de adultos y mayores la planificación se adaptaría a las condiciones y necesidades específicas de cada centro o asociación. La estructura del plan es secuencial, de manera que se comienza por los contenidos relacionados directamente con la emergencia pasando después al conocimiento del fenómeno propiamente dicho y sus consecuencias.

Palabras clave: formación, Geología, Lorca, riesgo geológico, terremoto

## ***EsLorca: An initiative for earthquake education and awareness on seismic risk***

### ABSTRACT

*The experience of a multidisciplinary group of professionals during the emergency following the damaging Lorca 2011 earthquake shows that a more thorough preparation of the population prior to the event would have reduced the effects on the population in general and even possibly reduced the number of victims. Our aim here is to present a realistic and applicable educational project (EsLorca) based on the knowledge and experience obtained in Lorca in order to fill this educational gap. EsLorca is designed as a training project to help students/citizens to achieve the minimum skills necessary to react appropriately during and after a destructive earthquake on the basis of their understanding of earthquake phenomena, from its geological origins to its effects on buildings. In addition to state education, the project intends in its objectives to reach adult and senior citizens. The educational plan consists of a series of activities designed to last 50 minutes, which can be taken part in during academic tutoring sessions and are easy to organise in neighbourhood associations, senior citizens centres, and the work place and so on. Planning for adults and older citizens would be adapted to the specific conditions and needs of each centre or association. The structure of the plan is sequential. Its initial content is related directly to the emergency before passing on to a suitable knowledge and understanding of the geological phenomenon and its consequences.*

*Key words: earthquake, education, geology, geological risk, Lorca*

## ABRIDGED ENGLISH VERSION

### Introduction

On 11 May 2011 the city of Lorca was affected by the largest natural disaster in recent decades, produced by an earthquake of magnitude 5.2 Mw. It was preceded by a smaller precursor (4.8 Mw) that warned the population, but also caused initial damage and stress in buildings, which were then seriously affected by the subsequent mainshock (IGME, 2011; IGN, 2011).

Video recordings during the occurrence of the earthquake, and the experience of many witnesses provided very valuable information when analysing the behaviour of people during the earthquake. The first result of this analysis is straightforward. It indicates that there was an inadequate response, which may have been responsible for a lot of the fatalities, most of which were caused by falling non-structural elements such as parapets, cornices and so on, hitting people who rushed out into the street in response to the earthquake (Fig. 2). This clearly indicates the need to improve basic education to avoid this kind of response.

The virtual disappearance of geology in the curricula of public schools and colleges has led to a wide ignorance in most of the population of how to deal with the natural hazards and disasters that many have to face at some point during their lives. An ignorance of the seismic phenomena contributes to panic response and a sense of fear of the unknown, which provokes irrational behaviour that a correct and simple education could easily prevent. Our main objective here is to present an initiative stimulated by local experience during the Lorca earthquake, which might fill this educational gap in the Murcia region.

### Post-seismic situation

A year after the earthquake Lorca is still a city in ruins. Over 80% of the 21,000 buildings in the city centre suffered some significant damage. Figure 1 shows in red the buildings that suffered structural damage, according to information provided by the Murcia regional government. An analysis of the behaviour of the people during and after the crisis reveals a lack of awareness, training and planning, all of which are essential to improving the resilience of the community. The considerable difficulty experienced by the people in returning to psychological normality is also evident and this is largely the fault of their limited scientific culture with regard to such seismic phenomena, their causes and effects. The possible occurrence of other seismic events affecting the area cannot be avoided (as suggested by some scientist) but this possibility does not enter into the priorities of social and political establishments. This is an alarming fact which lends added weight to the idea of a need for citizens to be trained and educated in all aspects of seismic risk.

### EsLorca Project

The EsLorca project springs from the experience of a multidisciplinary group of professionals in their respective fields who participated in managing the crisis from time zero. These specialists, including architects, geologists, journalists, seismologists and civil protection technicians, among others, have poured their personal experience, professional development and opinions into EsLorca, the main characteristics of which are: a) *Pioneering*: there is no similar initiative in Spain; b) *Accessibility*: it will be taught during its initial phase to the school community, but all teachers will have access to improve its contents via internet-based platforms; c) *Inclusivity*: it can be combined, and juxtaposed with the other administration initiatives; d) *Specificity*: it will clear doubts and avoid any duplications; and e) *Vanguardist*: it could prove to be a reference for other seismic disasters in Spain.

To select and design the contents we have divided the population into three groups of information receivers: 1) young people divided into 5 age groups (4 to 7, 8 to 11, 12 to 14 and 15 to 18 years old); 2) adults; and 3) senior citizens. The educational plan itself consists of a minimum of 5 activities of about 50 minutes in length. The structure of the plan is sequential: it begins with the content related directly to the emergency and continues with information about the seismic phenomenon and its consequences, with the idea that the teacher might go to varying depths of content, depending on the possibilities and capabilities of the centre in question. Each activity, even when programmed into a sequential context, may be completely independent.

Next we describe the 5 basic activities designed:

- 1) *The shout*: The objective is to analyse the reaction and the behaviour of students during the 2011 earthquake, to motivate students about the need to react appropriately during this kind of crisis, and to learn to control emotional reactions during emergencies. This aim is achieved through an apparently playful activity that involves a terrifying screaming contest, especially with the younger ones.
- 2) *The Shelter*: Through the activity "Shelter" we intend to identify potential physical risks in the classroom and at home. We also perform a simulation to learn how to act during the earthquake and to involve the whole family in the earthquake awareness campaign. Figure 3 shows an example with the detail of the first pages of the sheet designed for this activity.

- 3) *Who cares about us: With this activity we try is to raise awareness of the emergency teams involved when an earthquake occurs, and the actions they carry out. With this activity the students obtain a sense of security and tranquillity by increasing their knowledge about the safety corps and resources that are deployed after a catastrophic earthquake. Similarly, individual and group confidence and competence are acquired conducting an evacuation simulation.*
- 4) *The earthquake machine: This is perhaps the most technical and directed towards older students because of its complexity. You cannot learn what you do not understand. Human beings, in general, need to see and to experience in order to believe. In Lorca, and possibly in other areas of south-eastern Spain, the students will probably have experienced an earthquake sometime in their lives. Although they may have had this experience, however, the panic they felt during an earthquake may have limited their ability to identify what was happening. The earthquake machine consists of a simple physical model consisting of a block sliding on a table by the pull exerted on it by a rubber band. This model allows students to explore the behaviour of intermittent sliding block failure. The block represents the active section of the fault, while the rubber band represents the elastic properties of the rocks surrounding the fault. Each time the block moves the students can see and feel the energy release and propagation of seismic waves from an elastic source, which is the definition of an earthquake. By this experience the students learn about the cyclic character of earthquakes; they learn that an earthquake will occur sooner or later.*
- 5) *Earthquake Classroom: This activity, which includes a number of sub-activities, is designed to find out about and understand some of the characteristics of the Lorca 2011 earthquake. The students will learn the basic physics of seismic waves in order to understand how and why the ground beneath their feet moves during an earthquake. For example, during a first sub-activity entitled "Travelling Waves", the students can visualize and understand what P and S waves are when generated by a metal spring.*

## Conclusion

*The Lorca earthquake experience has shown directly the lack of knowledge that the general population suffers when dealing with an earthquake and with the way they confront the seismic risk. This project is a unique opportunity to try to reduce that deficit. The educational plan presented here is intended to be simple, realistic and applicable to all students in their different educational phases so that they might gain the minimum knowledge required to allow them to behave in the right way in the event of an earthquake, either as individuals or collectively. In the long term these kinds of initiative will contribute to increasing the resilience of the community.*

## Introducción

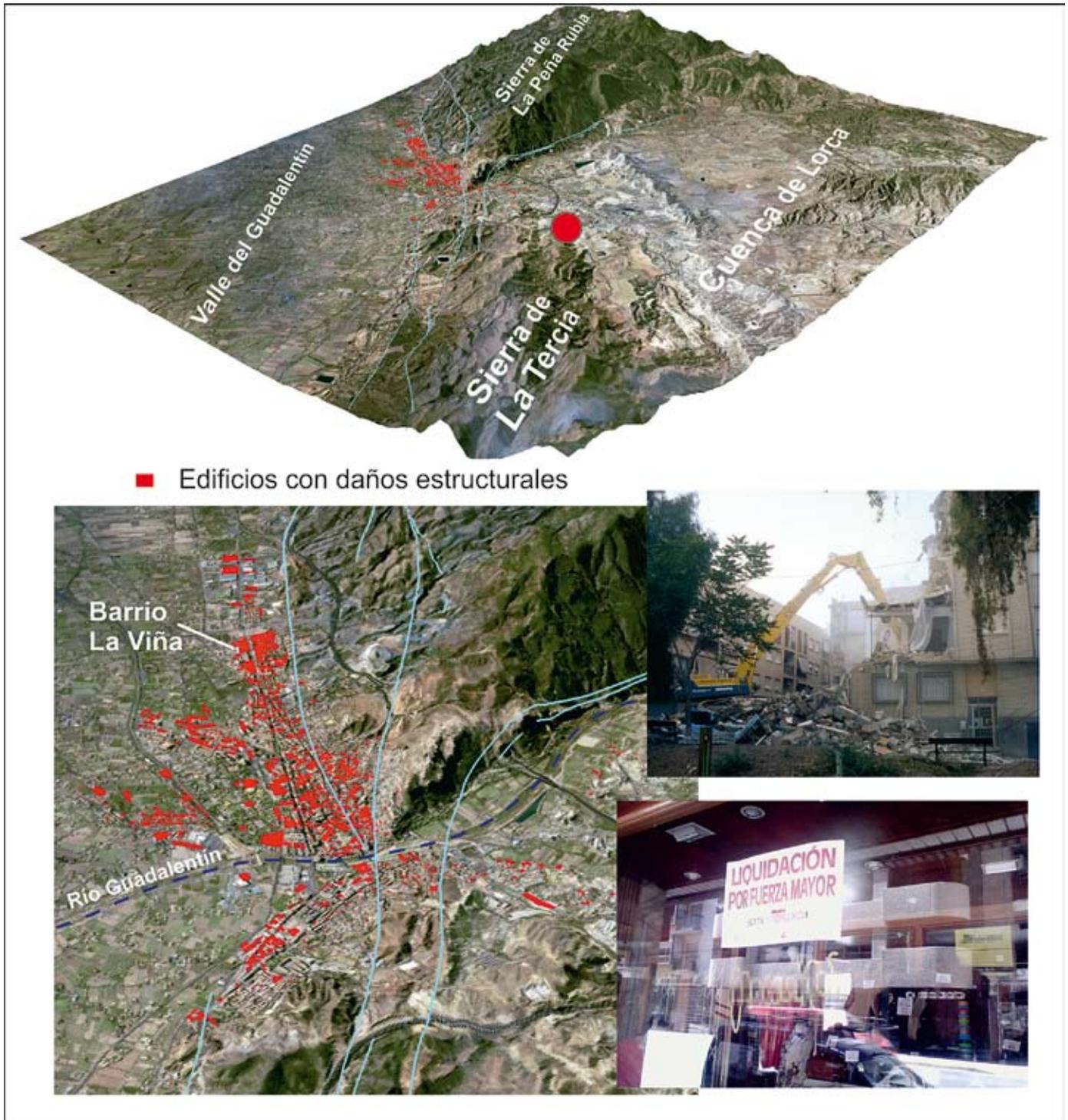
Con fecha 11 de mayo de 2011 la ciudad de Lorca fue afectada por la catástrofe natural más importante vivida desde las inundaciones de los años 70, un terremoto de magnitud Mw 5,2 que fue precedido por un sismo precursor de menor tamaño (Mw 4,8) que sirvió para alertar a la población, aunque al mismo tiempo causó daños iniciales y fatiga en edificios que no aguantaron el segundo movimiento (IGME, 2011; IGN, 2011). El terremoto se produjo por la reactivación de un tramo de unos 3 km de longitud de la Falla de Alhama de Murcia situado al NE de la ciudad de Lorca (Martínez-Díaz, *et al.*, 2012).

La catástrofe se cobró la vida de 9 personas y se saldó con cerca de 350 heridos, viéndose afectados de una u otra consideración aproximadamente un 80% de los edificios y viviendas del casco urbano. Los costes económicos de la catástrofe se han valorado en unos 1.200 millones de euros (según datos del Ayuntamiento de Lorca). El enclave más castigado fue el barrio obrero de La Viña, conocido ahora en la localidad como "Zona Cero". Esta elevada intensidad de los daños, a pesar del

tamaño relativamente pequeño del sismo, parece asociada a que la aceleración del movimiento fuerte del suelo en la ciudad fue amplificada por el hecho de que la ruptura se produjo con directividad. El proceso de ruptura se propagó desde el hipocentro hacia la ciudad (figura 1) lo que indujo una amplitud mayor del movimiento (López-Comino *et al.*, 2012).

El efecto de los temblores inhabilitó por completo la actividad en la ciudad, activando, por el contrario, la totalidad de los servicios de emergencia no sólo de Lorca y su comarca natural, sino de toda la Región de Murcia y de otras regiones del Estado. Destacaron sus efectivos en Lorca unidades de élite para situaciones de emergencia de Cruz Roja, UME, Protección Civil, bomberos, especialistas en estructuras y edificaciones, equipos de construcción, expertos en tareas de búsqueda y desescombros, así como equipos de limpieza y, finalmente, grupos de científicos relacionados con el riesgo sísmico de universidades y organismos públicos de investigación.

Sólo en los primeros días se dispuso de más de 300 efectivos humanos para la revisión de edificios, gran parte de ellos voluntarios que se auto-organizaron



**Figura 1.** Distribución espacial de edificios con daños estructurales ocasionados por el terremoto de Lorca (rectángulos rojos). Las fotografías testimonian los efectos físicos y socioeconómicos del terremoto. El punto rojo marca la posición del epicentro según datos del Instituto Andaluz de Geofísica.

**Figure 1.** Locations of the damaged buildings (red polygons). The photographs show some details of the physical and socio-economic effects of the earthquake. The red dot indicates the earthquake epicentre according to data provided by the Instituto Andaluz de Geofísica.

con una valiosa colaboración de la población, se instalaron 30.000 puntales para refuerzo de viviendas y, en cálculos estimativos, se generó una media de 600

toneladas diarias de escombros, recogidos en más de 200 contenedores repartidos por toda la ciudad. Del resto, los medios locales, regionales nacionales e

incluso, internacionales ya han creado una más que amplia hemeroteca.

Todas las observaciones relacionadas con los efectos del sismo nos hablan del grado de afectación social que produjo este evento, que va incluso más allá de los daños humanos y materiales, y trasciende la manera como los ciudadanos percibían el riesgo sísmico con anterioridad al mismo (Alfaro *et al.*, 2011). Por ello, el efecto del terremoto en las personas, sobre todo en la manera como a partir de ahora se aprecian los efectos de un terremoto destructivo –inesperado debido a la falta de memoria histórica propia de nuestra sociedad– constituye una oportunidad única para analizar el grado de preparación de las personas a nivel de conocimientos y comportamiento. A partir de ello se puede aprender de los errores y carencias para aportar planes de mejora y soluciones.

La observación de grabaciones de videos durante la ocurrencia del terremoto, así como la experiencia directa de numerosos testigos aporta una información muy valiosa a la hora de analizar el comportamiento de las personas durante y después del sismo. El primer resultado de este análisis es directo, e indica que, si bien el comportamiento de la ciudadanía durante las horas y días posteriores al evento fue de calma y colaboración, no fue sin embargo adecuado durante el sismo y en los minutos posteriores.

No actuar adecuadamente durante el terremoto pudo provocar buena parte de las víctimas mortales. La mayor parte de las víctimas se produjeron a causa de la caída de elementos no estructurales de las fachadas como parapetos, cornisas, etc., que golpearon a personas que salieron precipitadamente a la calle durante el sismo, o bien no se apartaron lo suficiente de las fachadas (figura 2). En este sentido, cabe señalar que tras la ocurrencia del primer terremoto de magnitud 4,8, durante bastantes minutos las calles de la ciudad estuvieron atestadas de vecinos desorientados que, ante la ausencia de instrucciones por parte de las autoridades y de su propia falta de preparación, en lugar de desplazarse hacia plazas y espacios abiertos, permanecieron en calles y aceras. Si el terremoto principal hubiera ocurrido solo algunos minutos después del primero el número de víctimas se habría multiplicado de forma muy significativa. Este hecho es un indicativo de la necesidad de una población formada que sepa como actuar en estas situaciones.

Con 92.869 habitantes (según INE de 2011), la población en Lorca se va incrementando y aumentando en ella la proporción de inmigrantes, sin cumplir con la tendencia generalizada de envejecimiento de la Región de Murcia. Esto conlleva una población estudiantil muy alta. En relación con este hecho, la casi desaparición de los contenidos de Geología en los



**Figura 2.** Detalle de la caída de elementos no estructurales de las fachadas responsables de la totalidad de las víctimas mortales.

**Figure 2.** Details of the fall of non-structural elements that resulted in deaths.

planes de estudio en los colegios e institutos públicos ha llevado consigo un enorme desconocimiento por parte de buena parte de la población de los fenómenos naturales peligrosos a los que han de enfrentarse numerosas poblaciones en caso de catástrofe. El desconocimiento del fenómeno sísmico genera e induce a comportamientos de bloqueo o a respuestas inadecuadas que se podrían evitar con una correcta y sencilla formación. El objetivo principal de este trabajo es presentar un plan de formación realista y aplicable basado en los conocimientos y la experiencia adquirida tras los terremotos de Lorca que puede llenar, al menos en parte, esta deficiencia educativa. La consecución de este objetivo se sitúa en la línea de reducción de la vulnerabilidad y aumento de la resiliencia, dentro del contexto de la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), que forma parte de una de las áreas de trabajo fundamentales consideradas por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) y de los objetivos de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (<http://www.eird.org/>).

### Situación postsísmica

Un año después del terremoto, Lorca es un emplazamiento aún en ruinas. La ciudad permanece en situación de *liquidación por fuerza mayor* tras la catástrofe del 11 de mayo. En la figura 1 se representan en rojo los edificios que sufrieron daños estructurales según las últimas clasificaciones realizadas por el gobierno de la Comunidad de Murcia. El terremoto se sintió con especial virulencia en las construcciones destinadas a servicio público y en el Patrimonio histórico, básico para el sustento de una ciudad cuya economía está basada

en el turismo y en los servicios. También son las que se están recuperando con mayor celeridad gracias al apoyo económico y financiero de las Administraciones Públicas, las obras sociales de las entidades de ahorro y los colectivos donantes, que se cuentan por cientos a lo largo y ancho de la geografía regional y ciudades hermanas fuera de las fronteras nacionales.

A fecha de redacción de este trabajo son unas doscientas (otras ciento cincuenta las pendientes de resolución), las edificaciones o casas unifamiliares que han tenido que ser derribadas por sufrir daños estructurales considerados significativos, lo que ha causado el derribo de 1.164 viviendas. Lorca precisa de una inversión valorada en 1.650 millones de euros para su reconstrucción y regreso a la normalidad, según contempla el "Plan Lorca", un estudio elaborado entre la Administración local y la regional cuyo fin es la financiación de la reconstrucción y revitalización socioeconómica del municipio tras los sismos del 11 de mayo de 2011.

El apoyo de las administraciones mediante la fórmula de créditos ICO se estima que antes o después cubrirá las necesidades de reparaciones y reconstrucciones. Pero el regreso a la normalidad no depende solo de la reparación física de los daños de las edificaciones. La recuperación social es esclava de las circunstancias: colegios e institutos inhabilitados, alumnos consignados en centros distintos al inscrito, colectivos desprovistos de sus capacidades sociales, y una ciudadanía mermada en prestación de servicios por imposibilidad de utilización, deficiencias o, incluso, inexistencia, y unido a ello una falta de formación e información que permita a los ciudadanos saber que es lo que ocurrió, porqué y si alguna vez puede llegar a repetirse.

Iniciativas puntuales como el Geolodía 12 impulsado por la Sociedad Geológica de España (SGE), la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), esponsorizado por el Ayuntamiento de Lorca y llevado a la práctica por un grupo de voluntarios intentó responder a algunas de esas preguntas ([www.sociedadgeologica.es/divulgacion\\_geolodia.html](http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion_geolodia.html)). La asistencia masiva de vecinos, más de 1200 personas, demostró la necesidad de conocimiento geológico que en estas circunstancias tiene la ciudadanía y la extrema sensibilización de la población murciana ante el riesgo sísmico.

Los esfuerzos económicos movilizados para la recuperación de la ciudad son importantes pero los medios escasos, y en el caso de la concienciación y educación hasta ahora casi inexistentes. Sólo una adecuada mentalización de la población permitirá la recuperación total de la actividad diaria de la ciudad contribuyendo a mejorar la resiliencia de la ciudad para el fu-

turo. Pero se adolece de concienciación, formación y planificación. Esta situación tan desesperanzadora un año después del evento puede estar en gran parte alimentada o favorecida por la escasa cultura científica de la ciudadanía en relación con el fenómeno sísmico, sus causas y sus efectos. Además, la realidad de que pudiera producirse de nuevo un evento sísmico, tal y como muchos científicos no descartan, y los efectos tan dañinos que tendría sobre tantos edificios ya dañados parece no condicionar las prioridades en las actuaciones que todos los estamentos, tanto sociales como políticos, implicados en la gestión posterior al sismo. Este es un hecho alarmante que no hace sino reforzar la necesidad de esa concienciación sobre el riesgo sísmico en las administraciones públicas.

El análisis a posteriori de la situación de emergencia generada ha permitido, por tanto, evidenciar graves carencias en la gestión de emergencias, tanto en lo que se refiere al comportamiento durante el evento, como en cuanto a la actitud durante la emergencia posterior. Este hecho se refleja, por ejemplo, en la deficiencia en materia de señalización y organización para la evacuación de la población en situaciones de ésta u otra índole. La ciudadanía debería saber cómo actuar durante una sacudida sísmica en función de donde se encuentre; qué hacer, hacia dónde ir y por dónde, hasta un destino temporal y seguro en situaciones de emergencia.

## Plan EsLorca

El plan EsLorca se ha diseñado como parte de un proyecto formativo que persigue, utilizando un pequeño número de horas (una pequeña proporción de las horas destinadas a las tutorías en los centros educativos) que los alumnos y los ciudadanos adultos, en el caso de su impartición a esos niveles de edad en los centros correspondientes, alcancen las competencias y destrezas mínimas necesarias para comportarse de forma adecuada ante un terremoto destructivo basándose en la comprensión del fenómeno sísmico. El plan consta de tres fases, una destinada a estudiantes, otra a adultos y la última, por orden de aplicación pero no de importancia, a los mayores.

El plan EsLorca se cimenta en la experiencia adquirida por un grupo multidisciplinar de profesionales que gestionaron en sus respectivas facetas la crisis desde el instante cero de los terremotos del 11 de mayo, nutriéndose, además, de los testimonios recabados de especialistas de las distintas áreas sociales implicadas en la aplicación de dichas nociones (arquitectos, Protección Civil, ingenieros, geólogos, juristas, bomberos, fuerzas de Seguridad del Estado,

Policía Local, técnicos municipales y autonómicos, sanitarios, empresarios, informáticos, sismólogos, comunicadores, políticos, educadores, psicólogos y asociaciones de vecinos). En una segunda fase, la experiencia recogida fue procesada por los autores de este artículo que incluyen al menos a un representante de cada estamento o área de trabajo implicada en las tareas iniciales tras el evento.

Las actividades formativas diseñadas, que se describen más abajo, y que se caracterizan por ser: a) *Novedosas*: No existe en España ninguna iniciativa similar; y resulta apta para concienciar sobre varios tipos de catástrofes, no sólo de terremotos, aunque es sobre la que se centraría (las inundaciones son también fenómenos catastróficos probables en Lorca). b) *Accesibles*: Se implantará en una primera fase en estudiantes de primaria y secundaria de Lorca y en una segunda en todos los centros de la Comunidad de Murcia, pero todos los profesores, independientemente de su Comunidad Autónoma tendrán acceso al contenido a través de plataformas basadas en Internet. Otros usuarios generalistas también podrán acceder a los conocimientos básicos a través de la web oficial. c) *Integradoras*: Se puede combinar, no son excluyentes sino yuxtapuestos, con el resto de iniciativas de la Administración. d) *Concretas*: Un marco único y veraz con información y consejos útiles para la ciudadanía, enfocados para la población local. e) *Reproducibles*: Puede ser referencia para otras catástrofes sísmicas en nuestro país.

Las actividades se han planificado para tres colectivos: estudiantes adultos y mayores. Debemos señalar aquí que esta división no se realiza en función de un criterio puramente de edad (salvo la subdivisión que se hace después de los estudiantes implicados en la educación reglada) sino pensando en aplicar de la manera más efectiva el plan educativo en todos los sectores de la sociedad. En este sentido el término adulto se referiría a aquellas personas mayores de edad que no estudian y por tanto a las que hay que ir a educar sus centros de trabajo o asociaciones vecinales. El término mayores se aplica a aquellas de edad avanzada que ya no trabajan y que presentan cierto grado de dependencia que les hace estar relacionadas con algún tipo de centro. Se consideran los siguientes grupos de receptores y centros:

- Estudiantes de formación reglada que reciben sus estudios en centros de educación primaria, institutos. En ese caso se estructuran las actividades por tramos de edad (de 4 a 7 años, de 8 a 11 años, de 12 a 14 años y de 15 a 18 años).
- Adultos, a través de asociaciones de vecinos, asociaciones culturales y empresas fundamentalmente.

- Mayores, mediante acciones divulgativas en residencias, centros culturales, centros de la tercera edad, etc.

Con el fin de aplicar el plan educativo progresivamente se ha diseñado una implantación en tres fases. En una primera fase se incorporarán los contenidos en los centros educativos de formación reglada: desarrollo de materiales y medios para concienciar/educar primero a los educadores y después a los estudiantes. En una segunda fase se implantaría en el colectivo adulto. El objetivo es sensibilizar a la población en edad adulta, tanto a trabajadores como a personas sin empleo. Serán objeto de una tercera fase las personas mayores, tanto independientes como dependientes, con especial atención a los centros de la tercera edad y residencias.

Las actividades formativas se llevarán a cabo mediante la edición de material didáctico genérico, así como audiovisuales explicativos, y se completará con talleres utilizando la red de actividades locales.

A la fecha de redacción de este artículo este plan educativo cuenta con el apoyo explícito del Ayuntamiento de Lorca para su implantación como proyecto piloto en los ámbitos educativos en los que tiene responsabilidades, fundamentalmente a nivel de asociaciones y centros de mayores, así como con el apoyo de la Dirección General de Promoción Educativa e Innovación de la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia de la CARM para que sea incorporado también como proyecto piloto en los colegios e institutos de enseñanza de la Comunidad de Murcia a partir del curso 2012-2013.

Para poder comportarse de forma adecuada ante un evento sísmico es fundamental que el alumno/ciudadano comprenda qué es un terremoto, por qué se produce y qué cabe esperar durante y después del mismo. Por ello, a la hora de planificar un plan de formación adecuado, y a pesar de la limitación de horas, se ha intentado integrar una serie de actividades programadas, temporalizadas; y diseñadas para que cualquier educador, independientemente de su formación inicial, logre los fines para los que han sido diseñadas: la comprensión del fenómeno y la explicación de los modos de comportamiento adecuados. En este sentido, los agentes implicados en las actividades de formación variarán en función del ámbito del alumno. Serán profesores en el caso de los centros educativos, y monitores o educadores en el caso de centros de mayores o asociaciones de vecinos que carezcan de infraestructuras formativas. También se ha considerado fundamental que el alumno/ciudadano sepa qué personas y/u organismos son referencia en cada instante, desde el mismo profesorado hasta los servicios de emergencia.

Además, EsLorca se plantea con capacidad de re-actualización mediante la creación de un espacio web interactivo, bajo la plataforma Moodle, de modo que la experiencia docente de los profesores y monitores y sus sugerencias puedan ser compartidas y con ellas actualizar y mejorar el programa educativo, facilitando una adaptación del mismo a las distintas localidades en el caso de que el plan se extendiese a otros municipios distintos del lorquino.

A la hora de diseñar los contenidos, se ha tenido en cuenta la información existente en páginas web institucionales, la mayoría promovidas por Naciones Unidas con la de la UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) o la página web de la EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres), gestionada por la UNISDR. Sin embargo, la mayoría del material que se puede encontrar en ellas está enfocado en mayor medida a países y comunidades con una elevada vulnerabilidad, asociada a un bajo nivel de desarrollo, y su adaptación al caso que nos ocupa es, por tanto, complicada. Por ello, hemos considerado más adecuado tomar como referencia el material y métodos docentes desarrollados en aquellos países que, teniendo una peligrosidad sísmica significativa, presenten un grado de desarrollo elevado y, por ello, una vulnerabilidad similar a la nuestra. Se han consultado experiencias como las planteadas por el U. S. Geological Survey en su información online (<http://education.usgs.gov/>) y especialmente en "Echando raíces en tierra de terremotos (Jones y Benthien, 2006) en los que se combina la formación enmarcada el conocimiento del fenómeno geológico, con los efectos del mismo y con el comportamiento adecuado en caso de sismo. También se ha analizado con especial interés la iniciativa italiana EDURISK desarrollada por el Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia de Italia (<http://www.edurisk.it/>) y que plantea actividades y modos de comportamiento en poblaciones y tipologías constructivas comparables con el caso español. Además de documentación internacional se ha consultado bibliografía actualizada en castellano, destacando el reciente volumen 3 de 2011 de la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra dedicado monográficamente a los terremotos (<http://www.raco.cat/index.php/ECT>), ver algunas de los trabajos incluidos más abajo en el apartado de referencias.

El plan educativo diseñado se divide en actividades de unos 50 minutos de duración aptas para integrarse en el sistema actual de tutorías lectivas, o bien para ser tenidas en cuenta en la elaboración de nuevos contenidos en futuras reestructuraciones de planes de estudios. En el caso de adultos y mayores la planificación se adaptaría a las condiciones y necesidades específicas de cada centro o asociación. La estructura del plan es se-

cuencial, de manera que se comienza por los contenidos relacionados directamente con la emergencia pasando después al conocimiento del fenómeno propiamente dicho y sus consecuencias, con la idea de que el profesor, en función de las posibilidades y capacidades de su centro, pueda llegar al nivel de profundización máxima que considere. Insistimos en que cada actividad, aún estando programadas en un contexto temporal pueden ser completamente independientes entre sí.

A continuación se describen las 5 actividades básicas diseñadas. Hay que indicar que cada actividad incluye variaciones y adaptaciones específicas a cada rango de edad (tabla 1). Para los estudiante entre 3 y 6 años las actividades se centrarán en un comic que explica de forma gráfica lo que sucede durante un terremoto junto con ejemplos de buen comportamiento, y en la actividad de "el refugio"; en la que se enseña la automatización de la respuesta durante el sismo. Para el resto de edades las actividades son más completas y abarcan otros aspectos relacionados con la comprensión del fenómeno.

Varias de las actividades presentadas han sido experimentadas con varios grupos de alumnos del Instituto Ramón Arcas (ver más abajo la actividad La Máquina de Terremotos) y de esa experiencia se han obtenido conclusiones que ha sido utilizadas para la elaboración de las fichas de cada actividad.

### **El grito**

Su objetivo es el de analizar la reacción y el comportamiento que tuvieron los alumnos durante el terremoto del 11 de mayo, motivar a los alumnos sobre la necesidad de reaccionar adecuadamente en caso de terremoto y aprender a controlar las respuestas emotivas durante situaciones de emergencia mediante una actividad aparentemente lúdica consistente en realizar un concurso de gritos aterradores, especialmente en las edades más tempranas. Con ella se espera, desde la diversión, motivar a los alumnos y concienciarlos sobre lo importante que es saber reaccionar cuando hay una situación de emergencia. Es importante conocer cómo actúa el organismo ante situaciones de miedo y estrés, se hablará de las reacciones de pánico y terror ante situaciones límite y se reflexionará si estas conductas son positivas o negativas.

Esta actividad servirá de introducción para analizar cuál fue su comportamiento durante los terremotos del 11 de mayo en Lorca, en un clima distendido y agradable, los alumnos contarán cómo vivieron los terremotos, qué sensaciones experimentaron, qué pensaron en esos instantes, qué recuerdo les queda pasado el tiempo. En pequeños grupos o individualmente se intentará que los alumnos exterioricen sus

	Objetivos	Actividades	Tramos de edad
Comic infantil	1-Introducir a los más pequeños el fenómeno sísmico a través de una mascota en un comic infantil. 2-Realizar un simulacro a partir de juegos.	1-Comic. Recortables y dibujos 2-Juegos sencillos adaptados al centro y a la clase	3-6
El grito	1-Analizar la reacción y el comportamiento que tuvieron los alumnos durante el terremoto del 11 de mayo. 2-Concienciar a los estudiantes sobre la necesidad de reaccionar adecuadamente en caso de terremoto. 3-Aprender a controlar las reacciones emotivas durante situaciones de emergencia.	1-Concurso de gritos. 2-¿Y tú, cómo reaccionaste? ¿sabes controlarte?	7-11 12-14 15-18
El refugio	1-Realizar un simulacro de terremoto en el aula para aprender como se debe actuar. 2-Involucrar a toda la familia en la campaña de concienciación sísmica. Actividades: 1-¿es tu aula segura? 2-Simulacro de terremoto. 3-¿es tu casa segura?, traza un plan.	1-Simulacro de terremoto en el aula para aprender como se debe actuar durante un sismo. 2-Involucrar a toda la familia en la campaña de concienciación sísmica. Actividades: 1-¿es tu aula segura? 2-Simulacro de terremoto. 3-¿es tu casa segura?, traza un plan	3-6 7-11 12-14 15-18
¿Quién piensa en nosotros?	1. Conocer los equipos de emergencia que intervienen cuando ocurre un terremoto y las actuaciones que llevan a cabo. 2. Transmitir seguridad y tranquilidad al alumno conociendo el dispositivo de seguridad que se pone en marcha tras un terremoto. 3. Adquirir competencia individual y grupal 4. Ensayar una evacuación.	1-Juego de Rol sobre una situación de emergencia sísmica	7-11 12-14 15-18
A clase de terremotos	1. Comprender qué es una Onda. 2. Simular y caracterizar las ondas P y S que se generan en un terremoto. 3. Entender cómo se miden los terremotos. Diferenciar Magnitud e Intensidad. 4. Conocer algunas de las características del terremoto del 11 de mayo de Lorca.	1-Ondas viajeras 2-Pasta escala de magnitud 3-Mapa de intensidades del terremoto del 11 de mayo de Lorca	7-11 12-14 15-18
La máquina del terremoto	1. Comprender qué es un terremoto y qué lo origina. 2. Modelizar el movimiento que ocurre en una falla durante el terremoto y explorar las variables que lo afectan. 3. Cuantificar la frecuencia y el tamaño de los terremotos originados en el modelo y extrapolarlos a la realidad.	1-Construcción de la máquina del terremoto 2- Experimentación del modelo.	7-11 12-14 15-18

**Tabla 1.** Tabla resumen de las actividades formativas básicas propuestas en EsLorca. Cada columna muestra los objetivos, las actividades y el rango de edades de los receptores.

**Table 1.** Table with the basic activities proposed in EsLorca. Each column represents the objectives, the name of the activity and the age range of the students.

sentimientos, cuenten su experiencia. En caso de impartir la actividad en una localidad si una vivencia concreta relacionada con los terremotos, la actividad se iniciará con una grabación de audio o video impactante que dará pie a la discusión de cómo reaccionaría cada alumno. Conocer nuestras reacciones nos ayudará también a gestionar mejor las situaciones futuras de emergencia.

En los niveles de Bachillerato y 2º ciclo de la ESO, se puede explicar, básicamente, cómo responde nuestro organismo ante situaciones de emergencia, entender las reacciones fisiológicas. En todos los niveles es importante incidir en el hecho de que sentir miedo y pánico ante un terremoto, es una respuesta natural y lógica, los alumnos no deben sentirse avergonzados por ello.

Finalmente se analizará si, durante los pocos segundos que duró el terremoto, sus conductas fueron

adecuadas o inadecuadas y cuál sería la respuesta apropiada. Es importante concienciar a los alumnos de que nuestra reacción en los pocos segundos que dura el temblor es fundamental para reducir daños y lesiones. Esto servirá de introducción a otra sesión, "El refugio", en la cual se trabajará qué hacer durante el terremoto.

### **El Refugio**

Mediante la actividad "El refugio" se pretenden identificar riesgos potenciales en el aula y en los hogares, realizar un simulacro para aprender cómo se debe actuar durante el terremoto e involucrar a la toda la familia en la campaña de concienciación sísmica. La figura 3 muestra un ejemplo de detalle de la primera página de la ficha elaborada para esta actividad.



zación de simulacros donde se ensayan las acciones que hay que llevar a cabo en caso de incendio, es muy importante practicar y automatizar con los alumnos lo que hay que hacer en el aula durante los pocos segundos que duran las vibraciones del terremoto. En situaciones de miedo y emergencia las personas hacen aquello que tienen asumido y mecanizado, no hay tiempo para pensar. El simulacro dentro del aula, con las tres acciones básicas recomendadas en otros planes de concienciación con larga trayectoria de aplicación (agáchate, cúbrete y agárrate) (SCEC-USGS-USC, 2006), debe ser lo más realista posible y llevarse a cabo por todos los alumnos incluido, por supuesto, el profesor.

Antes de la realización del simulacro es necesario trabajar en clase con los alumnos cómo comportarse cuando está ocurriendo el terremoto (figura 3).

Junto con el colegio o instituto, el otro lugar donde los alumnos pasan la mayor parte del día es su casa. Es conveniente que también identifiquen, al igual que han hecho con su aula, posibles riesgos y zonas no seguras en sus viviendas con la finalidad de corregirlos en la medida de lo posible. En la ficha del alumno se propone que realicen un plan de seguridad para su casa en colaboración de toda la familia. Es una forma de dar a conocer y concienciar a las personas de su entorno de las medidas que hay que adoptar (prevención y comportamiento) en caso de terremoto.

### **Quién piensa en nosotros**

Con "Quién piensa en nosotros" se quiere dar a conocer los equipos de emergencia que intervienen cuando ocurre un terremoto y las actuaciones que llevan a cabo. Al mismo tiempo se pretende transmitir un sentimiento de seguridad y tranquilidad entre el alumnado conociendo el dispositivo de emergencia que se pone en marcha tras un terremoto, incluyendo los distintos cuerpos que intervienen mostrando las actuaciones que llevan a cabo cada uno de ellos. De igual forma, se adquiere confianza y competencia individual y grupal mientras se ensaya una evacuación.

Para que los alumnos estén motivados y participen en la actividad se llevará a cabo mediante un juego de rol. Un juego de rol es una dramatización improvisada en el que las personas participantes asumen el papel de una situación previamente establecida, en nuestro caso un terremoto, como preparación para enfrentarse a una situación similar real en el futuro.

El juego ayudará también a desarrollar nuevas destrezas ante una situación límite, a adquirir confianza en sí mismo y a desarrollar la cohesión de grupo, así

como a despertar un sentimiento de seguridad sabiendo que hay muchas personas cualificadas que cuidan de nosotros.

La observación es tan importante como el juego. Es conveniente que algunos alumnos sean observadores externos y analicen todas las situaciones que se produzcan durante la simulación. Pueden ser observadoras las personas del grupo que son muy tímidas para participar. Podemos sugerir a las observadoras que tengan en cuenta algunos elementos que nos interesan de forma especial como puede ser si todos los alumnos han reaccionado de forma adecuada y rápida, tal y como se describe en "El refugio"; si la coordinación entre los equipos ha sido buena etc.

### **La máquina del terremoto**

Quizás sea la más técnica y dirigida a alumnos de mayor edad, teniendo en cuenta su complejidad, pero su necesidad se justifica por la conceptualidad de la acción pedagógica. No se puede aprender aquello que no se entiende; y el ser humano, en términos generales, necesita ver y experimentar para creer. En Lorca y, posiblemente en otras zonas del sureste de España, los estudiantes han sufrido un terremoto. Sin embargo, a pesar de que pueden haber tenido esta experiencia, el pánico al sentir un terremoto puede limitar la capacidad de un observador para desarrollar de manera crítica y cuidadosa la comprensión del fenómeno. Esta actividad, junto con algunas otras de las aquí presentadas, se ha testado con estudiantes del Instituto Ramón Arcas de Lorca (figura 4).



**Figura 4.** Detalle de la experimentación de la actividad La Máquina de Terremotos realizada en el Instituto Ramón Arcas de Lorca.

**Figure 4.** Detail of the "Earthquake Machine" activity tested in the Ramon Arcas secondary school in Lorca.

La máquina del terremoto consiste en un modelo físico sencillo, conocido desde hace tiempo y popularizado para su uso pedagógico por R. Stein del USGS, compuesto de un bloque que desliza sobre una mesa mediante la tracción ejercida en él a través de una cinta elástica (<http://earthquake.usgs.gov/research/modeling/earthquakemachine.php>). Este modelo permite a los estudiantes explorar el comportamiento de los desplazamientos intermitentes del bloque, relacionarlos con una falla y utilizarlo para elaborar una definición más precisa de terremoto y sus causas. El bloque representa la sección activa de la falla, mientras que la banda de goma representa las propiedades elásticas de las rocas que rodean la falla y que almacenan energía potencial. Cada vez que el bloque se mueve los estudiantes pueden ver y sentir la liberación de energía y la propagación de las ondas sísmicas de una fuente elástica, que es en sí la definición de un terremoto (figura 4).

La experiencia se puede complementar situando un recipiente con agua (bandeja) al lado del bloque: cuando el bloque se desliza se liberan las ondas sísmicas que se podrán visualizar en el agua.

### **A clase de terremotos**

Al hilo de la actividad anterior se aborda una experiencia dirigida a conocer algunas de las características del terremoto del 11 de mayo de Lorca. En el caso de otras localidades que hayan sufrido terremotos históricos importantes se puede abordar esta actividad usando las evidencias de esos terremotos más cercanos al alumno y su entorno. Esta es la actividad más abierta y flexible en función de las posibilidades concretas del profesor y del centro. En ella se plantean, en función del rango de edad, varias actividades fundamentalmente prácticas.

La comprensión de la naturaleza de las ondas sísmicas no es sencilla. Existe una serie de conceptos difíciles de entender y de relacionar entre sí, como son que toda la materia, incluida las rocas, está formada por partículas, capaces de transmitir las fuerzas que actúan sobre ellas y que las ondas sísmicas son fuerzas que se transmiten a través de dichas rocas y se diferencian por la forma de avanzar.

Dentro de esta actividad se plantean varias subactividades con las que el estudiante acabará entendiendo cómo y por qué se mueve el terreno bajo sus pies durante un sismo. Por ejemplo, con una primera subactividad titulada "Ondas viajeras", los estudiantes podrán visualizar y comprender lo que son las ondas y generar ondas P y S mediante un muelle metálico. Las ondas P son ondas de compresión, las partículas se mueven comprimiéndose y dilatándose en la direc-

ción de propagación. Las ondas S son ondas de cizalla, las partículas se desplazan perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

Para ilustrar como las ondas que se propagan por el muelle son capaces de transmitir energía, se sujetará el extremo del muelle a un bloque de madera. Sobre la madera se colocará un modelo de papel que simule un edificio. La energía que propagan las ondas P y S a través del muelle encogiéndolo y disparándolo manualmente, moverá el bloque de madera. Este modelo es una buena demostración de lo que ocurre cuando las ondas sísmicas alcanzan la superficie y causan vibraciones que se transmiten a casas y edificios.

Las ondas que se generan en un terremoto producto de la liberación de la energía elástica acumulada en las rocas, como se aprende en la actividad de la máquina del terremoto, son las que nos van a permitir medir el tamaño del sismo al quedar registradas en los sismogramas.

El "tamaño" de un terremoto puede ser expresado de dos formas, magnitud e intensidad. Los dos términos son bastante diferentes pero muy a menudo se confunden en los medios de comunicación, en la población y, por supuesto, entre los estudiantes. Además, la escala de magnitud es logarítmica, lo que dificulta enormemente su comprensión por parte de los alumnos.

Con la actividad "pasta escala de magnitud" se pretende, de una forma visual y sensitiva, que nuestros estudiantes comprendan la escala logarítmica de magnitud utilizando simples espaguetis y que aprecien las grandes diferencias que hay entre cada grado de la escala. La magnitud mide la cantidad de energía que se libera en el hipocentro del terremoto. Está basada en la amplitud de las ondas sísmicas registradas en los sismogramas, se determina instrumentalmente. En nuestro modelo, los espaguetis representan las rocas, nuestras manos son las fuerzas, los esfuerzos son originados por las placas en movimiento y la rotura de los espaguetis sería un terremoto. Antes de romperse, cuando los espaguetis se doblan, acumulan energía en forma de deformación elástica que es recuperable, cuando se rompen la energía elástica que se recupera instantáneamente se transforma en cinética, calor, sonido.

Una vez realizada la actividad destinada a la comprensión de la escala de magnitud, se relaciona la magnitud de un terremoto con el área de la superficie friccional de la falla donde se origina, es importante que los alumnos entiendan que los terremotos se producen en las fallas y que su estudio es fundamental para poder entender la sismicidad de una zona y su riesgo sísmico.

A continuación se trabaja el concepto de intensidad, un concepto destinado a cuantificar los daños causados por los terremotos. Un terremoto tiene una única magnitud pero diferentes intensidades en función de la distancia al epicentro, profundidad del hipocentro, efectos de suelo y calidad de las construcciones. Todos estos conceptos se ilustran para el terremoto de Lorca del 11 de mayo o para el terremoto de referencia. Finalmente se dibuja el mapa de intensidades para el terremoto basándose en testimonios de la población.

## Conclusión

En los países de nuestro entorno con un nivel de desarrollo equiparable y un riesgo sísmico significativo (Estados Unidos, Chile, México, entre otros) desde hace años existen planes educativos que intentan concienciar a la población, con especial énfasis en los tramos de edades incluidas en los estudios reglados, sobre la manera de comportarse en casos de desastres naturales, y en concreto en el caso de los terremotos destructivos. En España, la menor velocidad de las fallas activas hace que el riesgo sísmico es algo menor, pero mucho mayor que el percibido por la mayoría de la población. Por ello, es fundamental aprovechar la oportunidad que eventos como el de Lorca nos da al generar una conciencia social del riesgo, que aunque pueda ser efímera, si es utilizada de forma correcta puede dejar un poso en el conocimiento de la ciudadanía relacionado con los riesgos geológicos que ayude a mejorar la capacidad de la misma para percibir esos riesgos y la importancia de asumirlos, conocerlos y estudiarlos.

La experiencia del terremoto de Lorca nos ha mostrado de forma directa los escasos conocimientos que la ciudadanía tiene del fenómeno sísmico y de cómo enfrentarse a él. La combinación y síntesis de las experiencias y aportaciones de un grupo multidisciplinar de profesionales, entre ellos geólogos y sismólogos que vivieron en primera persona la catástrofe y su impacto en la sociedad constituyen a nuestro entender el principal valor añadido del plan educativo que aquí se presenta. Este plan que se implantará en la Comunidad de Murcia a partir del curso 2012-13 pretende ser una vía sencilla, realista y aplicable para que todos los estudiantes de las distintas etapas de la Región acaben sus estudios con los conocimientos mínimos para tener herramientas intelectuales que les permitan comportarse de forma adecuada a nivel individual y colectivo, y con ello aumentar la resiliencia de la comunidad, ciudad o región afectadas. EsLorca también se ha diseñado para que las personas fuera ya del sistema educativo puedan también

adquirir esta capacidad mediante cursos encauzados a través de asociaciones de vecinos y centros de la tercera edad.

Los contenidos de geología en los planes de estudio activos en el momento de escribir este trabajo son muy escasos por no decir casi inexistentes y, sin embargo, en Lorca y, en muchas otras poblaciones, la ciudadanía vive sobre o en las cercanías de una falla sísmicamente activa sin ser conscientes del peligro que conlleva, e incluso en muchos casos sin saber de su existencia. Si bien la solución a este déficit está en la organización de los contenidos de los estudios reglados por parte de las administraciones competentes, mientras eso no ocurra, el plan aquí presentado pretende ser un ejemplo o modelo de iniciativa sencilla, abarcable y aplicable a distintas escalas, tanto a localidades concretas, como a sistemas educativos autonómicos que puede contribuir a disminuir en la medida de lo posible esa laguna educativa en lo que se refiere a mejorar la base de conocimiento de la población de cara a futuras catástrofes.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha beneficiado de la experiencia de un buen número de los voluntarios que participaron en la emergencia del terremoto y a los que agradecemos su desinteresada aportación. Agradecemos especialmente las valiosas sugerencias y correcciones de la Dra. Diana Ponce de León y a un revisor anónimo que han contribuido a mejorar de forma sustancial este trabajo.

## Referencias

- Alfaro, P., González, M., Brusi, D., López-Martín, J.A., Martínez-Díaz, J.J., García-Mayordomo, J., Benito, B. Murphy, P., Nájera, A., Villalba, R. y Jódar, F. 2011. Lecciones aprendidas del terremoto de Lorca. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(3), 245-259.
- Díaz, J. 2011. Buscando terremotos desde el aula. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(3), 343-347.
- Edurisk. Itinerario para la reducción del riesgo sísmico (Instituto nacional de geofísica y vulcanología de Italia (INGV), Departamento Nacional de Protección Civil de Italia (DPC) (<http://www.edurisk.it/>).
- González, M. y Mases, M. 2003. Riesgo sísmico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 11(1), 44-53.
- González, M. 2011. La gestión del riesgo sísmico: recursos didácticos en internet. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 19(3), 242-244.
- González, M. y Alfaro, P. 2011. Terremotos: un recurso educativo imprescindible. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 19(3), 242-244.

- González, M., Alfaro, P. y Brusi, D. 2011. Buscando terremotos desde el aula. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 19(3), 343-347.
- Instituto Andaluz de Geofísica, IAG. 2011. Terremoto Lorca (11 Mayo 2011). Estudios preliminares, Granada, Spain. 20/01/2012, <http://www.ugr.es/iag>.
- Instituto Geográfico Nacional, IGN. 2011. Serie terremoto NE Lorca (Murcia), Madrid. 20/01/2012, <http://www.ign.es>.
- Instituto Geológico y Minero de España, IGME. 2011. Martínez-Díaz, J.J., Rodríguez-Pascua, M.A., Pérez-López, R., García-Mayordomo, J., Giner-Robles, J.L., Martín-González, F., Rodríguez-Peces, M., Álvarez-Gómez, J.A. e Insua-Arévalo, J.M. 2011. Informe Geológico Preliminar del Terremoto de Lorca del 11 de mayo del año 2011, 5.1 Mw, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 35 pp. <http://www.igme.es>.
- Jones, L.M. and Benthien, M, 2006. Echando raíces en tierra de terremotos (Centro de terremotos del Sur de California SCEC y USGS). U. S. Geological Survey. 23/01/2012. <http://education.usgs.gov/>.
- López-Comino, J.A., Mancilla, F. Morales, J. y Stich, D. 2012. Rupture directivity of the 2011, Mw 5.2 Lorca earthquake (Spain). *Geophysical Research Letters*, 39, L03301, doi: 10.1029/2011GL050498.
- Martínez-Díaz, J., Bejar-Pizarro, M., Álvarez-Gómez J., Mancilla, F., Stich, D., Herrera, G. y Morales, J. 2012. Tectonic and seismic implications of an intersegment rupture. The damaging May 11th 2011 Mw 5.2 Lorca, Spain, earthquake. *Tectonophysics*, 546–547, 28–37. doi: 10.1016/j.tecto.2012.04.010.

Recibido: agosto 2012

Revisado: septiembre 2012

Aceptado: septiembre 2012

Publicado: octubre 2012