

# **SIMULACIÓN ANALÓGICA: Una experiencia para el aprendizaje de la gestión del riesgo sísmico a través de un modelo didáctico**

## **ANALOGUE SIMULATION: An experience for learning seismic risk management through a didactic model**

**Rubén, Belandria R<sup>1\*</sup>, José Escalona T<sup>1</sup>, Guillermo, Bianchi P<sup>2</sup>, .**

<sup>1</sup> Facultad de Humanidades y Educación, Departamento de Pedagogía y Didáctica,

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Universidad de Los Andes, Universidad de Los Andes, Mérida, Edo. Mérida – Venezuela.

**e-mail:** rubendpdula@gmail.com.

**Recibido:** 09-02-20

**Aceptado:** 11-03-20

### **Resumen**

Por su ubicación geográfica y características de relieve, Venezuela es un país cuya población es vulnerable a diversas amenazas de origen natural. Por tal razón, las instituciones educativas, los docentes en ejercicio y en formación, y los estudiantes, son corresponsables en la educación de la población para reducir tales riesgos. En tal sentido, el objetivo de este trabajo fue fortalecer la cultura preventiva en riesgo sísmico y los movimientos que los caracteriza mediante un modelo didáctico analógico integrador en la formación docente y estudiantil, como respuesta ante la inminencia de los eventos adversos. La metodología fue descriptiva de tipo proyecto factible con estudiantes de una institución educativa del Municipio Libertador, Estado Mérida. Las conclusiones indican que: el modelo didáctico usado resultó ser eficiente para fortalecer la gestión del riesgo sísmico; en consecuencia, lo que se enseña en materia de mitigación de riesgo sísmico depende del compromiso personal del docente y no de una política homogénea; existe una actitud favorable para la integración de contenidos sobre prevención integral de riesgo y la explicación e interpretación de fenómenos naturales en estudiantes y docentes orientados al aprendizaje de las ciencias.

**Palabras clave:** vulnerabilidad; riesgo sísmico; modelo didáctico; aprendizaje, ciencias naturales.

### **Abstract**

Because of its geographical location and geological characteristics, Venezuela is a Country with a vulnerable population, exposed to various threats of natural origin. That is why educational institutions, active teachers, and students as well as a suitable training, are co-responsible for the education of the population to reduce and prevent such risks. In this way, the aim of this work has been to strengthen the preventive culture involving seismic risks and their characteristics movements, through an integrative, analog and didactic training model for teachers and students, as a response to the imminence of adverse events. The methodology was descriptive of the feasible project type with students from an educational institution of the Libertador Municipality, Merida State. The conclusions indicate that: the didactic model used proved to be efficient regarding strengthening seismic risk management; consequently, what is taught about seismic risk minimizing depends upon the personal commitment of the teacher and not on an homogeneous preventing policy; there is a favorable attitude about the integration of comprehensive risk prevention and the explanation and interpretation of natural phenomena in students and teachers focused on learning sciences.

**Key words:** vulnerability; seismic risk; didactic model; learning, natural sciences.

**Rubén Belandria:** MSc. en Tecnología Educativa (Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada [UNEFA], Caracas – Venezuela), Lcdo. en Educación Mención Ciencias Físico Naturales (Opción Física) (ULA, Mérida – Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación – ULA. **e-mail:** rubendpdula@gmail.com.

**José Escalona:** Doctor en Educación, MSc. en Química Orgánica, Lcdo. en Educación mención Biología y mención Química, (ULA, Mérida-Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Humanidades y Educación – ULA.

**e-mail:** cieducet8691@gmail.com. **Guillermo Bianchi:** MSc. en Estadística Aplicada, Lcdo. en Biología (ULA, Mérida-Venezuela). Miembro del Personal Docente y de Investigación de la Facultad de Ciencias – ULA. **e-mail:** gbianchip@gmail.com

## Introducción

La gestión integral de riesgos socio-naturales, en gran parte, se centra en políticas que pretenden establecer una respuesta eficaz e inmediata ante los desastres ocasionados por fenómenos naturales. Éstos, de acuerdo a su dinámica, muestran elementos indispensables para el estudio de la vida, ya que la intervención del ser humano ha alterado el comportamiento terrestre. Venezuela no escapa a esta situación, en cuanto a las políticas establecidas para la gestión integral de riesgos socio-naturales, considerando una de las principales dificultades, la construcción de infraestructura en áreas o zonas susceptibles, sin tomar las previsiones y hacer un estudio de las amenazas naturales presentes en la zona, que causan modificaciones en el entorno.

Sin embargo, la modernización de los sistemas y el avance de las ciencias exigen una visión más integral de la gestión del riesgo, que incluya el énfasis sobre la prevención y mitigación, y que se esfuerce por involucrar a la ciudadanía y principalmente al sector educativo en todos los ámbitos y niveles posibles. En tal sentido, el uso inadecuado del suelo, sin tomar en cuenta la normativa para la zonificación adecuada de las áreas; la poca pertinencia en los programas educativos en cuanto a su implementación en todos los niveles referente a la gestión integral del riesgo en las diversas disciplinas de formación del estudiante; direccionado a la capacitación pública abordando las amenazas naturales; como la producida por los movimientos sísmicos.

La gestión integral del riesgo sísmico requiere tanto de medidas estructurales, como no estructurales de mitigación, con el fin de reducir la intensidad de los peligros o la vulnerabilidad hacia las edificaciones. En consecuencia, el sistema educativo, en especial sus docentes, tiene la responsabilidad direccionada a la enseñanza en gestión integral de riesgos desde sus espacios de aprendizaje, por ende debe generar propuestas didácticas y metodológicas para llegar a la población estudiantil. En tal sentido, se sabe que el

docente no posee formación adecuada en gestión de riesgos y en particular sobre la actividad sísmica que se convierte en una potencial amenaza, por lo cual se hace necesaria una formación que convierta al docente en un promotor de la prevención en esta área. Es interesante recordar que si la población no posee herramientas adecuadas para afrontar situaciones adversas su vulnerabilidad es alta.

Por lo descrito anteriormente, es necesario un cambio de actitud generalizado en la población y, sobre todo, en el sistema educativo para lograr las condiciones favorables que permitan avanzar y establecer de manera sostenible las nuevas estrategias didácticas para mitigar las consecuencias de los desastres, puntualizando el avance en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [1]; enfocados en este caso en los originados por movimientos sísmicos. De este modo, la transversalidad de la política nacional en la gestión integral de riesgos socio-naturales se vincula con el Sistema Educativo Nacional, el cual debe incluir los contenidos – estrategias afines con las amenazas y vulnerabilidades para prever y mitigar los riesgos existentes, específicamente en Venezuela.

Ese cambio de actitud debe concretarse en la acción educativa, es el hecho educativo el que transforma al ser humano en su interioridad y logra influir en la forma de percibir su realidad, de comprenderla, de interpretarla y de reaccionar ante ella; así, todo niño, adolescente y adulto tendrá la oportunidad de construir aspectos importantes, como lo son valores, organización personal y colectiva, hábitos de compromiso social con sus compañeros, la institución y la comunidad.

En relación con la investigación, la temática aquí tratada, está contemplada en algunas de las propuestas transversales de la educación secundaria [2], permitiendo aproximaciones teórico-prácticas para los estudiantes, de aquí que el docente busque diferentes propuestas para su estudio y comprensión. Algunas de las propuestas más comunes son las prácticas de campo y laboratorio, consideradas como una ayuda al estudiante, no sólo para desarrollar destrezas básicas,

sino para construir conceptos básicos sobre el tema; además, entender el papel de la observación directa para distinguir la importancia de la prevención sísmica en las instituciones educativas del estado Mérida.

Por lo anterior, entendemos que el uso adecuado de las prácticas de laboratorio y/o propuestas prácticas como el Modelo Didáctico TECMOPLAC (Tectónica - Movimiento - Placas), permite la ejecución de actividades dinámicas e interactivas. Así, esta investigación tuvo como propósito evaluar la efectividad para el desarrollo de conceptos básicos de movimientos sísmicos en estudiantes de 5to. Año de Educación Media General; así como, promover la cultura de prevención sísmica en docentes en formación de la Universidad de Los Andes.

### **Fundamentación teórica**

Las concepciones de los estudiantes sobre el origen de los terremotos, en cuanto a desarrollo de actividades grupales, se observan dos tendencias principales, en la primera los estudiantes dan explicaciones centradas en contenidos científicos, en su gran mayoría basados en la llamada ciencia antigua conocida esta como aquella que define a aspectos abstractos, poco reales y sistemáticas de la ciencia, basada en supersticiones y adivinanzas; y en la segunda ilustraban su origen a creencias populares, mitologías antiguas y modernas, [3]. Se confirma la importancia del contexto en algunas concepciones, claramente influenciadas por las condiciones geográficas, históricas y sociales del lugar donde viven los estudiantes.

Así, el trabajo con modelos didácticos analógicos para aproximaciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales se compagina con el uso de estrategias dinámicas, prácticas o lúdicas para enseñar ciencias, ya que éstas facilitan una mejor relación entre el estudiante y el docente, y un mejor aprendizaje, [4], [5], [6], [7]. El trabajo orientado por modelos, posibilitan un mayor grado de interacción dentro de los espacios de aprendizaje, además de permitir el desarrollo de conceptos fundamentales de la percepción

de estímulos desde y con el ambiente.

El uso de prototipos, que se convierten en modelos didácticos analógicos, convergen en la interdisciplinariedad de las conceptualizaciones propias de la ciencia y la relación con la contextualización, que refiere los niveles de percepción, observación y resolución de problemas presentes en el entorno inmediato de los estudiantes, [8].

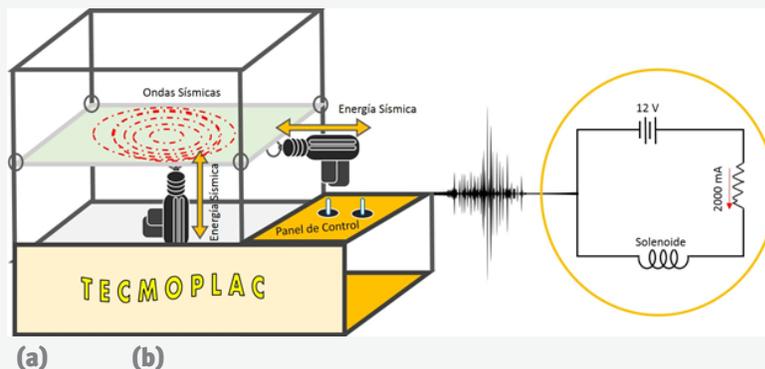
En este sentido, es necesaria la formación adecuada de los espacios educativos y cada uno de sus actores, confiando la comprensión de fenómenos naturales bajo las estructuras epistemológicas pertinentes; para ellos los procesos de prevención y mitigación del riesgo influye en la capacidad de respuestas para reducir la vulnerabilidad en estos entes fundamentales para la sociedad, [9], [10].

### **Metodología**

La presente investigación tuvo un enfoque interpretativo ya que se buscó comprender e interpretar la situación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en prevención sísmica, [11]. El tipo de investigación se ubicó dentro de la modalidad de proyecto factible, dado que se centró en entender cómo una propuesta didáctica puede ayudar a resolver un problema práctico, [12]. El diseño fue de campo, por cuanto observó la experiencia didáctica en su contexto natural, mediante la observación participativa de los involucrados en el estudio, [13].

Se contó con participación de estudiantes de 5to. Año de Educación Media General del Municipio Libertador del Estado Mérida para la validación del TECMOPLAC. Dicha participación fue elegida de forma intencional y estuvo conformada por 39 estudiantes quienes participaron en el desarrollo de la Clase Teórico-Práctica asistida con el Modelo Didáctico TECMOPLAC (Figura 1 A y B). Para la recolección de la información se utilizó la observación participante que permitió describir el trabajo hecho con los estudiantes el contexto de estudio, [14]. Además, de un Test Gráfico de selección simple se dividió en dos partes movimientos sísmicos y prevención sísmica respectivamente; permitió evaluar los

contenidos sobre movimientos sísmicos y este aplicado en dos momentos de la CTP, al inicio y al final de las actividades, la cultura de prevención de los estudiantes, inicio y al final de las actividades.



**Figura 1:** (a) Modelo Didáctico TECMOPLAC (Tectónica – Movimiento – Placa), (b) Solenoide conectado al circuito eléctrico y regulador de 12 V de 2000 mA.

**Presentación y discusión de los resultados:** de resultados obtenidos, de acuerdo a la A continuación, se describe la obtención y aplicación del test gráfico mostrado en la discusión de resultados logrados mediante la observación participante y la comparación la tabla I:

**Tabla I.** Apreciación porcentual de los indicadores sobre los Movimientos sísmicos y prevención sísmica presentes en el test gráfico aplicado durante la clase teórico-práctica (CTP) a estudiantes de 5to Año de Educación Media General.

OPCIONES DE RESPUESTA	Pre-Test (CTP)				Post-Test (CTP)				OC	AC%
	A	B	C	D	A	B	C	D		
<b>PARTE I: MOVIMIENTOS SISMICOS</b>										
1.-Placas Tectónicas	0,0	2,6	48,7	48,7	0,0	0,0	97,4	2,6	C	48,7
2.-Fenómenos naturales	46,2	5,1	23,1	25,6	79,5	0,0	0,0	20,5	A	33,3
3.- Hipocentro	12,8	38,5	17,9	30,8	5,1	0,0	0,0	94,9	D	64,1
4.- Epicentro	23,1	25,6	25,6	25,6	5,1	2,6	89,7	2,6	C	64,1
5.- Ondas Sismicas	51,3	0,0	30,8	17,9	0,0	0,0	76,9	23,1	C	46,1
6.- Disminuye	15,4	7,7	48,7	28,2	5,1	20,5	71,8	2,6	C	23,1
7.-Movimeinto Brusco	0,0	15,4	15,4	69,2	0,0	2,6	0,0	97,4	D	28,2
8.- Ondas primarias	17,9	41,0	23,1	17,9	89,7	2,6	2,6	5,1	A	71,8
9.-Ondas secundarias	23,1	23,1	15,4	38,5	7,7	76,9	10,3	5,1	B	53,8
10.- Ondas superficiales	30,8	35,9	10,3	23,1	48,7	35,9	2,6	12,8	B	00,0
<b>PARTE II: PREVENCIÓN SISMICA</b>										
1.- Prevención y mitigación	71,8	7,7	20,5	0,0	97,4	2,6	0,0	0,0	A	25,6
2.- Postura adoptada	0,0	33,3	53,8	12,8	0,0	0,0	97,4	2,6	C	43,6
3.- Durante-Respuesta	25,6	48,7	10,3	15,4	5,1	94,9	0,0	0,0	B	46,2
4.- Rehabilitación	35,9	35,9	28,2	0,0	10,3	0,0	89,7	0,0	C	61,5
5.- Estructura física	64,1	10,3	15,4	10,3	35,9	5,1	0,0	59,0	D	48,7
6.- Vulnerabilidad	41,0	35,9	17,9	5,1	20,5	61,5	17,9	0,0	B	25,6
7.- Amenaza	28,2	53,8	10,3	2,6	25,6	69,2	5,1	0,0	B	15,4
8.- Ayuda a personas	30,8	17,9	51,3	0,0	17,9	76,9	0,0	5,1	B	59,0
9.- Objetos pesados fijos	66,7	33,3	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	A	33,3
10.- Fallas geológicas	7,7	0,0	33,3	59,0	0,0	0,0	5,1	94,9	D	35,9
<b>% Promedio de Avance Conceptual de la CTP</b>										<b>41,4</b>

**Descriptor:** A = % primera opción; B = % segunda opción; C = % tercera opción; D = % cuarta opción; OC = opción correcta, AC%=Porcentaje de Avance Conceptual.

En el desarrollo de la CTP, se realizó considerando dos partes, la relacionaba con elementos teóricos como los movimientos sísmicos y todo lo que conlleva la investigación e innovación de esta campo, y la última relacionada con la prevención sísmica, lo que implica el trabajo en equipo para generar cultura de prevención y mitigación.

### Parte I “movimientos sísmicos”

En esta sección se describe los resultados encontrados, principalmente los relacionados con la conceptualización y construcción teórica de los movimientos sísmico en cuanto a sus fundamentos epistemológicos.

**Ítem 1:** En la litósfera se mueven unas en relación a otras y al desplazarse, pueden aproximarse y chocar, alejarse o deslizarse lateralmente entre sí; en este sentido un movimiento sísmico es un movimiento vibratorio producido por el movimiento de: (Opciones de respuesta: a) Casa, b) Construcciones, **c) Placas tectónicas**, d) Mar)

La interpretación de un fenómeno, va aunado al análisis y al trabajo práctico, como se muestra en esta interrogante después de utilizado el modelo didáctico TECMOPLAC como herramienta, en base a la afirmación que los movimientos sísmicos son originados por la vibración y desplazamiento de las placas tectónicas. En este sentido, se evidencia un avance conceptual respecto al antes y al después de un 48,7%, lo cual destaca la efectividad de la clase teórico-práctica asistida.

**Ítem 2:** El desarrollo de la sociedad va aunado al avance científico y la percepción mitológica que tiene el individuo del ambiente. El segundo de estos subsistemas, la cultura; se encuentra envuelto todo el desarrollo educativo de una nación, lo cual deriva la formación de personal capacitado científicamente para determinar la interpretación correcta de nuestro ambiente. Dado a esto, consideramos que los Movimientos Sísmicos son originados por: (Opciones de respuesta: **a) Fenómenos**

**naturales**, b) Dioses, c) Desconocidos, d) Movimientos del mar).

En este mismo orden y dirección, las costumbres y tradiciones de una sociedad intervienen directa e indirectamente en la percepción de los individuos que la integran, en cuanto a que la mayoría de los movimientos sísmicos son originados por la influencia directa de estos. Si se evalúa estas respuestas en los participantes, el modelo didáctico puede influenciar en la percepción de un fenómeno que algunas veces se muestra tedioso y confuso para los individuos que actúan en colectivo al mostrar sus aportes u opiniones. Se observó claramente una diferencia entre el Pre-test de un avance conceptual de 46,2% a un avance conceptual en el Post-Test de 79,5%, lo que hace una diferencia en cuanto al uso del modelo Didáctico de un 33,3%.

**Ítem 3:** Los movimientos sísmicos originan ondas que se propagan concéntricamente de forma tridimensional en el interior de la tierra (principalmente en la Litósfera) ¿Cómo se denomina el punto de contacto donde se origina el movimiento sísmico? (Opciones de respuesta: a) Fallas tectónicas, b) Epicentro, c) Ondas sísmicas, **d) Hipocentro**).

El objetivo principal de esta interrogante es de dilucidar en el estudiante algunos conceptos que pueden ser comunes pero se ven influenciados por la interpretación equívoca de los fenómenos en el entorno, a esto se refiere a la representación del punto de contacto interior de origen de los movimientos sísmicos como lo es el Hipocentro. En resumen, un 30,8% en el Pre-test y un 94,9 en el Post-Test, al comparar el avance conceptual es de un 64,1%, lo que hace evidente el apoyo para el docente del uso adecuado del modelo diseñado.

**Ítem 4:** Las ondas sísmicas originadas en el interior llegan a la superficie terrestre se convierten en bidimensionales y se propagan en forma concéntrica a partir del primer punto de contacto en la superficie ¿Esté Punto recibe en nombre de? (Opciones de respuesta: a) Fallas tectónicas, **b) Epicentro**, c) Ondas sísmicas, d) Hipocentro).

El siguiente punto, se realizó una aproximación entre los conceptos: Hipocentro y Epicentro, haciendo énfasis en el último; como el punto de contacto en la superficie de detección del movimiento sísmico, profundizando en el tema, se tiene un 25,6% en el pre-test y un 89,7% en el post-test, lo que establece una diferencia amplia entre el avance conceptual después de trabajada la CTP, con la ayuda del modelo didáctico, en definitiva respecto a esta pregunta se estableció una diferencia de 64,1%.

**Ítem 5:** Nuestro planeta Tierra está formado, básicamente, por tres zonas: corteza, manto y núcleo; el movimiento interno almacena una gran cantidad de energía, la cual requiere ser liberada para alcanzar equilibrio y estabilidad. ¿Cuál es la forma en que se propaga la energía? (Opciones de respuesta: a) Rayos, b) Luz, **c) Ondas sísmicas**, d) Fallas).

A lo largo de los planteamientos hechos, se ha enfatizado en conceptos que a simple vista no se establece relación alguna entre una definición y otra, por esto, se considera, que a pesar de los esfuerzos existen confusiones en los estudiantes respecto al tema de energía en general, como ente indispensable del estudio de las ciencias. En todo caso, los resultados anteriores señalan que el avance conceptual entre el pre-test y el post-test es de un 46,1%, y no deja de ser relevante para el estudio, el modelo didáctico contribuyó a permitir observar que se generan ondas en todas direcciones al mostrar la energía que fluye al sistema diseñado.

**Ítem 6:** A medida que nos alejamos del hipocentro y epicentro la energía liberada por el movimiento sísmico se propaga por el interior y la superficie, ¿A medida que nos alejamos que pasa con la energía? (Opciones de respuesta: a) Mantienen igual, b) Aumentan, **c) Disminuyen**, d) Aumentan y disminuyen).

Desde la perspectiva más general de los sentidos del ser humano, algunas veces se visualiza de forma lógica el sentido de contacto en mayor o menor manera que nos pueda afectar de acuerdo a la distancia

que se produce tal fenómeno, en nuestro caso la colisión entre placas tectónicas especialmente la energía. Resultó asimismo interesante, comparar el avance conceptual en cuanto a porcentaje: en el pre-test es de un 48,7% y en el post-test representa un 71,8%, lo que estableció una diferencia de 23,1% en el avance conceptual al utilizar el modelo didáctico como apoyo a la paráfrasis del concepto de energía sísmica, su propagación y el discernimiento de esta a la distancia que se encuentre el individuo y/o colectivo.

**Ítem 7:** ¿Cómo se llama el fenómeno que produce movimiento brusco de liberación de energía en la corteza terrestre, causando daños considerables en las edificaciones y en la población? (Opciones de respuesta: a) Riada, b) Sismo, c) Derrumbe, **d) Terremoto**).

Uno de los temas más controversiales de cualquier sistema es comparar definiciones parecidas que representan un significado semejante, aquí se busca establecer un lenguaje idóneo para la comprensión de los fenómenos físicos en especial el estudio de los movimientos sísmicos de acuerdo a su magnitud y escala. El avance conceptual en este tópico es significativo, aunque algo controversial al momento de establecer una definición correcta sobre los movimientos sísmicos en los estudiantes; por ello el 69,2% del pre-test y el 97,4% del post-test hace referencia a un avance de 28,2% por encima de sus conocimientos previos, cabe resaltar que el modelo permitió a los estudiantes relacionar un concepto e instarlo para extraer comparaciones en cuanto al manejo del lenguaje propio de las ciencias.

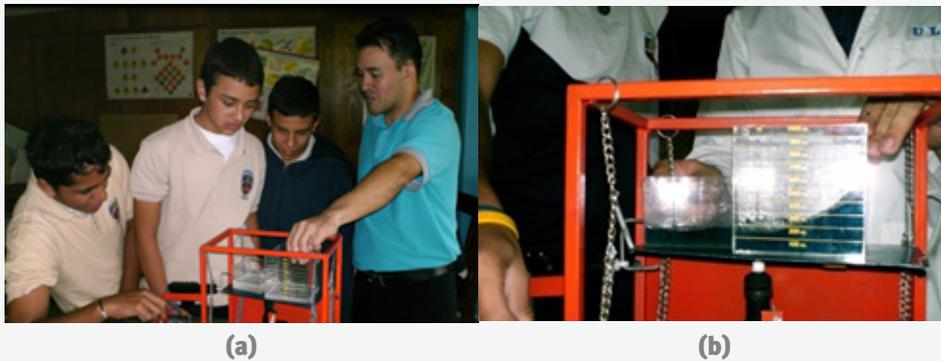
**Ítem 8:** En las ondas Primarias (P), las partículas se mueven en la misma dirección de propagación de la onda, comprimiendo y expandiendo sucesivamente la superficie, ¿Este tipo de onda es? (Opciones de respuesta: **a) Longitudinal**, b) Transversal, c) Quebrada, d) Circular).

Análogamente, la energía producida en un movimiento sísmico se desplaza en forma de ondas, tomando en cuenta su velocidad de desplazamiento, el cual se debe al tipo de onda mecánica originada. Este

importante progreso, permite referenciar una comparación entre los dos momentos de trabajo, dejando en evidencia el avance conceptual en el pre-test es de 17,9%, en contraste con el post-test es 89,7%, dejando entre ellos un espacio equivalente a un 71,8%. El porcentaje anterior, hace relevancia al uso del modelo didáctico como elemento práctico que permite a sus participantes construir diferencias, comparaciones y reflexiones sobre la compresión y construcción de conceptos físicos de utilidad en las Ciencias de la Tierra.

**Ítem 9:** Las ondas Secundarias, mueven las partículas en ángulos rectos a la dirección en que viaja la onda, ¿Las ondas Secundarias qué tipo de aspecto físico toma? (Opciones de respuesta: a) Circular, **b) Transversal**, c) Quebrada, d) Longitudinal).

El trabajo con el modelo didáctico TECMOPLAC, contempló en su estructura una dinámica de fluidos, en este caso agua (H<sub>2</sub>O), con colorante vegetal que al mover los solenoides (amortiguadores eléctricos para seguros de los vehículos) generan los tipos de ondas presentes en un movimiento sísmico (Figura 2A), este análisis permitió trabajar con cada participante de forma presencial los tipos de ondas (Figura 2B), en este particular la onda transversal. Por lo expuesto anteriormente, puede decirse que en el pre-test se tiene un porcentaje de opción correcta 23,1% y en el post-test de 76,9%, de esta forma se generó un avance conceptual por encima del pre-test con 53,8% en la CTP ayudando a la construcción de redes conceptuales en los participantes.



**Figura 2:** (a) Relacionando los tipos de ondas en superficies diferentes, (b) Movimiento del fluido (H<sub>2</sub>O) al activar el Solenoide, efecto causado por las ondas mecánicas originadas.

**Ítem 10:** Los movimientos sísmicos en el plano terrestre producen las llamadas ondas de perfil bidimensional, en consecuencia las partículas se mueven de forma circular y quebradizo, produciendo que el suelo se mueva y todo lo que está sobre él. Este tipo de ondas sísmicas reciben el nombre de: (Opciones de respuesta: a) Primaria y secundaria, **b) Superficiales**, c) Primaria y superficial, d) Superficial y secundaria).

explicación e interpretación física aplicable al entorno. En esta oportunidad, tanto en el Pre-test y el Post-Test, se obtuvo un valor de 35,9% en ambos. Por lo que se deduce, que el uso del modelo didáctico para la compresión diferenciada y práctica de las ondas superficiales no fue claro y poco preciso, donde no sufrió cambio la respuesta afirmativa, además creó confusión en los participantes.

Se planteó buscar incentivar y motivar a los participantes para crear abstracciones complejas que orienten una visión del todo de un fenómeno de estas características como lo son los movimientos sísmicos, claro está, concentrados en su riqueza de

## Parte II: Prevención Sísmica

En esta instancia, se presentan los resultados relacionados con la prevención sísmica vinculados a la participación activa del gentilicio venezolano en la gestión integral del riesgo, precisando el uso del Modelo

Didáctico TECMOPLAC como herramienta innovadora en la enseñanza de este importante eje transversal de la educación.

**Ítem 1:** Los movimientos sísmicos ocasionan terremotos, que causan desastre y desolación. Se debe tener presente que nos encontramos en una zona de alta actividad sísmica, en este sentido debemos aprender a vivir con el territorio. “El Antes” de la ocurrencia de un movimiento sísmico, corresponde tener presente la fase de: (Opciones de respuesta: **a) Prevención y mitigación**, b) Respuesta, c) Rehabilitación y Reconstrucción, d) Nada que hacer).

La gestión integral muestra en todos los ámbitos de la sociedad sus hechos algunos relevantes, otros menos importantes pero significativos para la población que evalúa el accionar de su entorno en un evento natural donde el ser humano se ve inmerso sin herramientas para ejecutar una acción en pro de conservar la vida propia y de los suyos. Aunque el avance conceptual en esta pregunta, sea estrecho respecto a otros registros mostrados anteriormente, sólo un 25,6%; es evidente que la población conoce y manifiesta sus conocimientos en determinados momentos, esto quiere decir que posee un mínimo de conocimiento en la población sobre la primera fase que debe abordarse en la gestión integral del riesgo sísmico.

**Ítem 2:** Es indispensable saber qué hacer cuando está ocurriendo un movimiento sísmico y nos encontramos en nuestra institución, donde solo una postura: controlada, analítica y no desesperada nos permite ayudar a nuestros compañeros ¿Qué debemos hacer en este caso? (Opciones de respuesta: a) Alterarse, b) No hacer nada, **c) Mantener la calma**, d) Salir Corriendo).

El ser humano adopta comportamientos diversos, y estos se ven aunados por la falta de puesta en práctica o por la falta de formación en cuanto a su conducta. En los movimientos sísmicos, se experimentan innumerables comportamientos, que en la mayoría de las veces resultan perjudiciales para nuestra propia vida; es por ello que debemos adoptar una actitud cónsona en

situaciones adversas para así contribuir generar opiniones y acciones en pro de la sociedad. El porcentaje en esta opción de respuesta correcta representa el 43,6% de avance conceptual en diferencia entre el pre-test y post test. El modelo didáctico permitió generar alternativas de comprensión de una situación de riesgo donde se es vulnerable, orientado a imitar comportamientos adecuados a través de la práctica sistemática, coordinada y reflexiva.

**Ítem 3:** El segundo momento: “EL Durante” la ocurrencia de un movimiento sísmico, es indispensable acotar lo hecho y trabajado en el primer momento “El Antes”, para esta segunda etapa debemos considerar la fase de: (Opciones de respuesta: a) Prevención y mitigación, **b) Respuesta**, c) Rehabilitación y Reconstrucción, d) No sé qué hacer).

Las fases que conforman la puesta en práctica la gestión integral del riesgo sísmico, debe abordarse a consideración, después de haber generado un proceso de formación y mejoramiento, cuando ocurre un hecho adverso a nuestras condiciones debe ponerse en pie la fase de durante, es decir, el tiempo justo donde ocurre el evento. Asimismo, se estableció un avance conceptual entre el pre-test y post-test de 46,2%. Lo anterior permite dilucidar la participación activa de los estudiantes en cuanto se les permite promover e influenciar a todo su entorno de compañeros en temas de discusión como la prevención sísmica, en esta etapa de respuesta de la población a un evento adverso.

**Ítem 4:** El tercer momento: “El Después” de la ocurrencia de un movimiento sísmico, debemos prestar la mayor colaboración posible en establecer la normalidad las actividades de nuestra comunidad, para ello conviene tener presente la fase de: (Opciones de respuesta: a) Prevención y mitigación, b) Respuesta, **c) Rehabilitación y Reconstrucción**, d) No sé qué hacer).

En lo que se refiere, al tercer momento recomendable para tener en cuenta en la prevención integral del riesgo sísmico; el Después, es decir, aquel momento donde ha sucedido ya el evento adverso, y la población

ysus bienes seven afectados. Análogamente, se observó una amplia diferencia en cuanto a los conocimientos de los estudiantes antes de trabajar con el modelo, y lo que les permitió refrescar y construir el después del trabajo con la CTP, esto se ve expresado con un avance conceptual de 61,5%.

**Ítem 5:** De acuerdo a lo observado en la actividad ¿Cuál de la siguiente distribución de columnas se mantiene en pie después de ocurrido un evento sísmico? (Opciones de respuesta: **a) Columna corta**, b) Columnas varias alturas, c) Planta baja libre, d) Regular).

Entendiéndose bien, el desarrollo en la rama de la construcción se han hecho grandes avances e innovaciones sobre esta temática, sobre todo en aquellas zonas que se ven afectadas por constantes perturbaciones sísmicas (Figura 3A), esto ha sido debido a que muchas construcciones, especialmente de tipo familiares sufren los embates de los movimientos sísmicos por efecto de las ondas sísmicas. Dentro de este contexto, el avance conceptual de los estudiantes se hace significativo con un 48,7%. La mayoría, notaron la importancia de las construcciones, y más aún, si estas no se realizan tomando en cuenta normas establecidas para la construcción.



**Figura 3:** (a) Efecto del movimiento en columna corta, (b) Vulnerabilidad física.

**Ítem 6:** El ser humano es vulnerable y por ende se encuentra en riesgo; de igual forma las construcciones de edificios, instituciones educativas y viviendas son vulnerables. Este tipo de Vulnerabilidad recibe el nombre de: (Opciones de respuesta: a) Vulnerabilidad Situacional, **b) Vulnerabilidad Física**, c) Vulnerabilidad social, d) Vulnerabilidad económica).

Inicialmente el concepto de vulnerabilidad, representa varias fases en la gestión integral del riesgo sísmico, como la vulnerabilidad física, es decir, las construcciones: puentes, edificaciones entre ellas residencias, instituciones educativas y centros de espaciamiento (Figura 3B). En síntesis, el modelo didáctico permitió comparar la definición de vulnerabilidad con cada

uno de los tipos señalados, lo cual crea en los estudiantes construcciones cognitivas complejas y amplias, al momento de actuar y reflexionar sobre algún fenómeno natural que pueda causar un desastre, el avance conceptual fue de 25,6%.

**Ítem 7:** A qué nos referimos cuando hablamos de la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico potencialmente desastroso generador de desastre en un cierto período de tiempo en un sitio dado. (Opciones de respuesta: a) Riesgo, **b) Amenaza sísmica**, c) Vulnerabilidad, d) Capacidad).

Ante esta situación, cabe destacar que la amenaza sísmica es un fenómeno natural impredecible, además de ser un elemento del riesgo sísmico, que siempre se

encuentra latente en zonas vulnerables. De igual forma, las capacidades de la población es indispensable para responder a una situación de desastre y minimizar el riesgo, en este caso, reducir la vulnerabilidad y aumentando las capacidades de respuesta. En este planteamiento, el avance conceptual de los estudiantes del pre-test (53,8%) y el post-test (69,2%), es significativo el uso del modelo didáctico; los estudiantes poseen conocimientos previos que les ayudó a abordar el concepto de amenaza sísmica con destreza y crítica hacia otras definiciones presentes en el trabajo en la clase, lo que sucede tanto antes como después, abarcado una diferencia representativa de 15,4%.

**Ítem 8:** Si te encuentras en tu institución educativa, después de ocurrir un movimiento sísmico ¿Cuál de las siguientes opciones tomarías? (Opciones de respuesta: a) Ordenar botiquín Primeros auxilios, **b) Ayudar a las personas**, c) Hacer un plan de emergencias, d) No hacer nada).

Actuar sin planificación lleva al fracaso en el desarrollo y promoción de estrategias; haciendo más difícil el trabajo directo con la población, especialmente en las instituciones educativas. En concordancia con lo que antecede, se indagó en los estudiantes sus opiniones sobre qué harían después de ocurrido un movimiento sísmico tomando en consideración todos los planteamientos hechos anteriormente. Así, TECMOPLAC herramienta didáctica innovadora sitúo de forma contundente los principios señalados; esto lo manifiesta el avance conceptual antes de la CTP con 17,9% y al finalizar el trabajo con un 76,9%, lo que establece una diferencia de 59,0%. Esta evolución en cuanto al pensar propio del individuo se traslada al colectivo, centrado en la supervivencia y los valores propios de los individuos.

**Ítem 9:** Los muebles pesados y estanterías en nuestros hogares, lugar de estudio o trabajo; para que no causen daño a la ocurrencia de un terremoto, deben estar: (Opciones de respuesta: **a) Fijos**, b) Suelos, c) Desajustados, d) Llenos de objetos pesados).

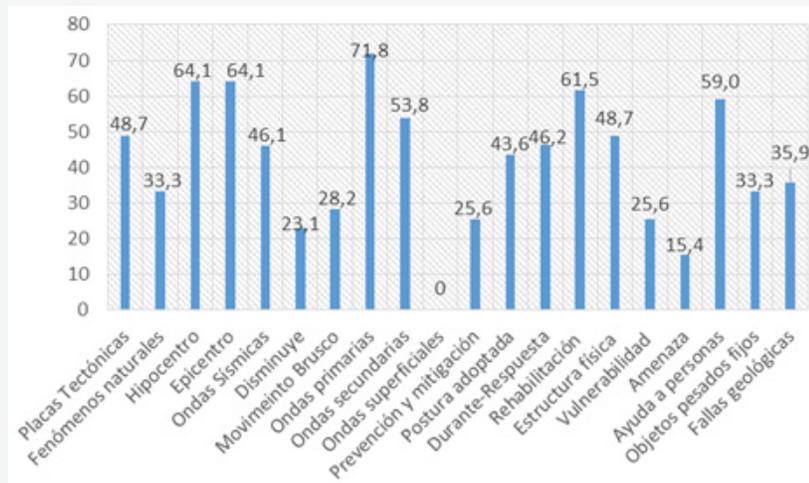
La cotidianidad es un factor predominante para la enseñanza de las ciencias, y no deja de ser importante para la percepción de la población en la gestión integral del riesgo; ya que esta influye significativamente en el riesgo sísmico. El avance conceptual es de 33,3%, visualizando la relación del conocimiento con la acción de mitigación en los espacios reducidos de espacios, o con disposición de objetos sin ninguna organización.

**Ítem 10:** ¿Cuál de los siguientes mapas de Venezuela muestra el sistema de Fallas de Boconó, San Sebastián y El Pilar? (Opciones de respuesta: a) Político b) Etnias indígenas, c) Físico, d) Sistema de fallas geológicas).

El sistema de fallas de Venezuela, se subdivide en tres grandes subsistemas que representa todo el eje de la Cordillera de Los Andes y de la Costa. Es importante conocer el entorno geológico, en especial nacional, regional y local. Así, un 35,9%, hizo reseña del avance conceptual y el aporte alcanzado con la herramienta didáctica TECMOPLAC. Al mismo tiempo cabe destacar que el modelo didáctico dio a los estudiantes una visión amplia, y además, la acción de explorar todo el entorno como uno solo, asimismo tener varios puntos de vistas que puedas aproximarse, cuando se trata de la gestión integral del riesgo sísmico, el cual debe considerarse un medio complejo, dinámico y divergente-convergente para la población.

### **Aportes del Modelo Didáctico TECMOPLAC a la formación en gestión integral del riesgo sísmico**

La incidencia de Test Gráfico, antes y después de desarrollada la Clase Teórico – Práctica (CTP), junto a los indicadores de cada ítems, íntimamente relacionada con los porcentajes de diferencia en la opciones de respuestas correctas (Tabla I y Figura 2) acompañada por el trabajo en conjunto, colaborativo, cooperativo y participativo con el Modelo Didáctico TECMOPLAC, se consiguió un avance conceptual (AC) relevante con un valor promedio de 41,4%.



**Figura 4:** Representación porcentual de los avances conceptuales (AC), respecto a los indicadores de movimientos sísmicos y prevención sísmica en las diferencias del Pre-test y Post-test Gráfico en la Clase Teórica – Práctica (CTP).

El modelo permitió demostrar que el docente debe utilizar los elementos de su entorno y diseñar herramientas didácticas, que puedan orientar el ciclo teórico práctico del estudio de los movimientos sísmicos y su interrelación con otras áreas de la ciencia; fomentando una cultura de prevención

hacia la gestión integral del riesgo sísmico en nuestras comunidades. Finalmente, la confianza, efectividad e innovación, se traduce en mayor factibilidad de análisis, síntesis, reflexión, mejor comprensión, desarrollo creativo y cognitivo; promoviendo destrezas y habilidades de los estudiantes

## Conclusiones

El uso del Modelo Didáctico TECMOPLAC permitió el desarrollo de habilidades y destrezas; centradas en elementos cognitivos basados en el impulso de la creatividad de los estudiantes, orientados a una actitud y aptitud de formación de valores y principios que promueven cultura de prevención sísmica. Por otro lado, fue posible el desarrollo y entendimiento no sólo de conceptos, sino también de aspectos actitudinales, en especial procedimentales en cuanto a la comprensión del comportamiento dinámico de las ondas sísmicas y de las edificaciones.

El docente considera a TECMOPLAC una herramienta de uso cotidiano que puede generar un cambio significativo en el aprendizaje con extensas propuestas hacia la metacognición, y construcción crítica de conocimientos sobre las ciencias y la prevención. De igual forma, mostró ser útil, práctico, dinámico y eficiente, para la interpretación de los contenidos físicos y sísmicos en estudiantes del 5to. Año de Educación Media General.

Finalmente, se debe propiciar en las nuevas orientaciones curriculares, la implementación de estrategias con orientaciones y secuencias didácticas como TECMOPLAC, bajo diversos perfiles de exploración y descripción, impulsando la creatividad y necesidad de argumentación de alto nivel que combine el análisis y la síntesis en el estudio de los fenómenos naturales, aprehendiendo a convivir con su entorno y creando una cultura de prevención que involucre la sociedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago: Naciones Unidas.
- 2.- Ministerio del Poder Popular para la Educación [MPPE]. (2016). Proceso de Transformación Curricular en Educación Media. Caracas: IPOSTEL.
- 3.- Mejías y Morcillo, (2006). Concepciones sobre el origen de los terremotos: estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico. Enseñanza de las Ciencias, 24(1), 125-138.
- 4.- González, L. y Escalona, J. (2009). Evaluación del PERCEM como modelo didáctico para la percepción de estímulos motores en el cerebro. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 5.- Gutiérrez, J., Rondón, R. y Escalona, J. (2009). Estrategia práctica para la enseñanza del movimiento rectilíneo uniforme en 3er año de bachillerato. Tesis de grado para optar a la licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 6.- Muñoz, L., Calles, J., y Escalona, J. (2009). Estrategia práctica demostrativa INTEMCONE para el desarrollo de conceptos acerca de la conductividad eléctrica en estudiantes de 4º año. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes, Escuela de Educación.
- 7.- Ordaz, A.; Rivas, C. y Escalona, J. (2009). Enseñanza de la entalpia mediante una propuesta lúdica con estudiantes de 1er año diversificado. Tesis de grado para optar a la Licenciatura en Educación Mención Ciencias Físico-Naturales, Escuela de Educación, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- 8.- Monclou, A. y Vargas, L. (2017). Prototipo Preliminar para el estudio de ondas Sísmicas y su aplicación en el laboratorio de ciencias básicas. Ciencia e Ingeniería, 38 (2): 141-148.
- 9.- Campos, M. y Castro, C. (2017). Percepción Social del Riesgo Sísmico en escuelas de los barrios patrimoniales Yungay – Matta. Tesis para optar al grado de Magister en Geografía. Santiago: Universidad de Chile.
- 10.- Pascual, J. (2017). Necesitamos la Geología también en Bachillerato. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 25 (3): 274 - 284
- 11.- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, L. (2006). Metodología de la Investigación. 6ta Edición. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- 12.- Arias, F. (1999). El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. (3ra. ed.). Caracas: Episteme.
- 13.- Callejo, J. (2002). Observación, entrevista y grupo de discusión: el silencio de tres prácticas de investigación. Revista Especialista de Salud Pública; 76 (5): 409-422.
- 14.- Gurdíán-Fernández, A. (2007). El Paradigma Cualitativo en la Investigación Socio-Educativa. Costa Rica: Investigación y Desarrollo Educativo Regional (IDER).