

Yuracomplexus .



Revista electrónica

Nº 14 Noviembre 2020 - enero 2021

La educación para la reducción del riesgo de desastre, con perspectivas de pensamiento
complejo y transdisciplinariedad

pp. 105 - 129

Alarcón Chaires, Patricia

Multiversidad Mundo Real

México

Resumen

Los efectos originados por el cambio climático han orillado a la humanidad a cuestionarse sobre la apropiación de la naturaleza y la generación de los desastres, desde la perspectiva del pensamiento complejo, se observa como hechos turbulentos originados por un estado caótico en los ecosistemas (Prigogine I. 1996) interconectados con las vulnerabilidades físicas, sociales y económicas de la sociedad, son el origen del desequilibrio ecológico. El riesgo de desastres en general es la probabilidad de pérdidas, de una población en sus vidas, bienes y medio ambiente, el cual se presenta cuando una amenaza natural o provocada por el hombre que actúa en una población vulnerable y con un alto grado de exposición. El ser humano ha modificado su entorno de acuerdo con su propio beneficio, originando un problema con lo deseable y lo real, en ese sentido el desastre es un fenómeno que desafía la realidad viable, socialmente construida, ya que provoca una ruptura colectiva en el cotidiano por tratarse de un evento no rutinario de la sociedad (Oliver-Smith, 1998: 182). Si consideramos que las amenazas son difíciles de controlar, los factores de vulnerabilidad y grado de exposición pueden intervenir, con diferentes medidas, entre estas, toma importancia la educación y la capacitación de la sociedad. La educación sobre cambio climático, riesgos y desastres en la comunidad en general, contribuye en la formación de los ciudadanos y de las ciudades. Desde la perspectiva del pensamiento complejo «ningún objeto o acontecimiento (que deba ser analizado por la ciencia) debe considerarse aislado o desvinculado» (Morin, E 1999), sino éste aparece dentro de un sistema complejo, observado con una serie de interconexiones. En ese sentido se hace necesario un nuevo paradigma de racionalidad que permita pensar la unidad de los conocimientos fragmentados en disciplinas de cara a la supervivencia de la especie humana, teniendo en cuenta los desafíos planteados por Edgar Morin (pensamiento complejo), de Prigogine (fin de las certezas) y de Basarab Nicolescu (conocimiento transdisciplinar). En este trabajo se presenta un modelo considerando la importancia de la educación con un enfoque de pensamiento complejo y de transdisciplinariedad que pueda ser considerado para la reducción del riesgo de desastres. Se presenta un caso de estudio generado durante los días consecutivos del sismo del 19 de septiembre de 2017, en Axochiapan, Morelos, México

Palabras clave

Complejidad, transdisciplinariedad desastres, caos desequilibrio, no lineal, riesgo, amenaza, vulnerabilidad.

Abstract

The impacts of climate change have forced humankind to question its appropriation of nature and the factors that produce disasters. The perspective of complex thinking conceives disasters as turbulent events caused by a chaotic state of ecosystems (Prigogine I. 1996) that, interconnected with society's physical, social, and economic vulnerabilities, have given rise to the existing ecological disequilibrium. The risk of disasters refers, in general, to the probability that a vulnerable population will suffer losses, calculated in terms of lives, property, and the environment, due to a natural threat or one provoked by human action because it has a high level of exposure. Humans have modified their surroundings to their own benefit, but this has triggered a problem between that which is desirable and that which is real. In this vision, a disaster is a phenomenon that challenges a viable, socially-constructed reality by provoking a collective rupture of everyday life due to its nature as a non-routine event in that society (Oliver-Smith, 1998: 182). Since these threats are difficult to control, the factors of vulnerability and degree of exposure must be addressed through different means, two of the most important of which are education and training. Educating communities in general on climate change, risks, and disasters contributes to the formation of citizens and cities. The complex thinking approach holds that "no object or event (that must be analyzed by science) should be considered in an isolated or unconnected manner" (Morin, E 1999) because it appears within a complex system characterized by an intricate web of interconnections. This suggests that we require a new paradigm of rationality that allows us to ponder the unity of knowledges, currently fragmented in disciplines, in relation to the survival of the human species, taking into account the challenges posited by Edgar Morin (complex thinking), Ilya Prigogine (the end of certainties), and Basarab Nicolescu (transdisciplinary knowledge). The present study discusses a model that considers the importance of education from a focus on complex thinking and transdisciplinarity as an effective approach for reducing the risks associated with disasters, based on a case study elaborated in the days following the earthquake that struck Axochiapan, Morelos, Mexico on September 19, 2017.

Keywords

Complexity, transdisciplinarity, disasters, chaos, disequilibrium, non-linear, risk, threat, vulnerability

Introducción

Desde la aparición del humano anatómicamente moderno en el este de África hace aproximadamente 200,000 años (Stix, G 2008), la capacidad de adaptación lo ha acompañado como una característica para preservar la especie ante la continua evolución del planeta. En las últimas décadas la apropiación de la naturaleza y la generación del riesgo forma parte de la experiencia humana de manera colectiva, que debe ser analizada desde la complejidad y transdisciplinarietà.

Los impactos del cambio climático se presentan en todos los continentes, acompañados de otras presiones, como son las amenazas biológicas (Covid19), amenazas sísmicas, cambio de suelo, contaminación, desforestación entre otras. Esto ha generado efectos de multi amenazas o efectos en cascada, que se transmiten interconectadas en cadena, desde el sistema físico hasta los sistemas humanos, recorriendo distintos ecosistemas. Los riesgos y las capacidades de enfrentarlos cambian a lo largo del ciclo de vida de los individuos, las vulnerabilidades pueden manifestarse, agravarse y continuar durante periodos prolongados, lo que incrementa la desigualdad, algunas veces por razón de género, condición social, condición étnica y familiar, en ese sentido los desastres perjudican todavía más a las personas que se encontraban en condición vulnerable.

Los riesgos clave son aquellos impactos potencialmente severos que tienen una “interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático”[1], dichos riesgos son considerados clave debido a su alta peligrosidad y/o la alta vulnerabilidad de las sociedades y sistemas. Para identificar estos riesgos la Convención determina cómo identificarlos considerando; su elevada magnitud; su alta probabilidad e irreversibilidad de los impactos; el alcance temporal de los impactos; persistencia de la vulnerabilidad o exposición; potencial limitado de reducción de los riesgos a través de la adaptación o la mitigación.

Es prioritaria una revolución de conceptos, abolir los enfoques de educación y las modalidades de investigación que tratan los riesgos de manera aislada y fuera de sus contextos socio ecológicos y socioeconómicos. Entender los sistemas antropogénicos en la naturaleza requiere de una acción fundamental para detectar las señales e interconexiones con el objetivo de prepararnos, anticiparnos y adaptarnos a los procesos de constante transformación en el medio ambiente. La educación transdisciplinar, para la reducción del riesgo de desastre, nos permite construir capacidades propiciando la interacción entre diversas disciplinas con alto grado de cooperación y coordinación en base a objetivos comunes.

Si analizamos desde el punto de vista epistemológico, la escuela Positivista es una corriente dentro de la filosofía que respalda que el conocimiento científico es el único tipo de conocimiento auténtico, razón por la cual el método científico es el único camino para alcanzarlo (Fernández Heres, 1994). Este método se caracteriza principalmente por separar las áreas disciplinarias, y por fragmentar su objeto de estudio tanto como le sea posible, argumentando que la suma de las partes constituye el todo. Para el pensamiento complejo esta aseveración resulta contradictoria desde el punto de vista ideológico, ya que esta forma de generar conocimientos conduce a que el sujeto se aisle del objeto, al respecto refiere Morin (1999:17).

“...el paradigma cartesiano separa el sujeto del objeto con una esfera propia de cada uno: la filosofía y la investigación reflexiva, por un lado, la ciencia y la investigación objetiva por el otro, es decir, dos extremos: Sujeto- Objeto, Alma-Cuerpo, Calidad-Cantidad, Espíritu-Materia, Sentimiento-Razón, Libertad-Determinismo, Existencia-Esencia”

pag.17

Con esta separación donde existe una doble posición, los desastres no podrían ser analizados ya que por un lado los **objetos** sometidos a observaciones, y por otro lado, un universo de **sujetos** producirían formulaciones de los problemas de su existencia ante la realidad de no equilibrio de los riesgos manifestados en su entorno.

Por otro lado, la creación del concepto paradigma de Kuhn (Kuhn T. 1962), se conoce como el conjunto de logros compartidos por una comunidad científica, empleados para difundir legítimamente problemas en busca de soluciones -por lo que los investigadores comparten un mismo paradigma- se encuentran bajo el control de las mismas normas y prácticas científicas, lo que Kuhn llamó “revoluciones científicas”; este estilo para desarrollar ciencia, solo ha dejado un vacío en la generación del conocimiento que gobierna las leyes de la naturaleza y sus interacciones con el ser humano.

Una mirada a la transdisciplinariedad como opción para la creación de capacidades hacia la reducción del riesgo de desastres.

Desde el punto de vista etimológico su vocablo está formado por la preposición latina “trans” y el sustantivo adjetivado “disciplinariedad”. El prefijo “trans”, que significa “más allá y a través de”, se utiliza predominantemente para indicar eventos en los que no existen fronteras entre las disciplinas, es decir, las acciones que se mueven dentro y a través de una determinada disciplina.

La visión transdisciplinaria es definitivamente abierta en la medida en que trasciende el campo de las ciencias exactas estimulándolas para que dialoguen y se reconcilien, no solamente con las ciencias humanas sino también con el arte, la literatura, la poesía y la experiencia interior (Boisot, M. 1975).

Por otro lado, la “Carta de la Transdisciplinariedad” suscrita en el Convento de Arrábida, en noviembre de 1994 dice en su Artículo 3:

“La transdisciplinariedad es complementaria al enfoque disciplinario; hace emerger de la confrontación de las disciplinas nuevos datos que las articulan entre sí, y nos ofrece una nueva visión de la naturaleza y de la realidad. La transdisciplinariedad no busca el dominio de muchas disciplinas, sino la apertura de todas las disciplinas a aquellos que las atraviesan y las trascienden”[2]

Complejidad como lenguaje para dialogar con la naturaleza.

El pensamiento complejo busca una senda, un modo de observar el mundo, dentro de otros posibles. Conocer es producir, dice Morin, Interpretar el mundo significa vivenciarlo en su complejidad; y esto es un modo propio de ser de lo humano. Desde la perspectiva anterior puede entenderse la complejidad como:

“Un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” .

(Morin, 2007:32)

Desastres y complejidad

La palabra desastre proviene del latín des (negativo, desafortunado) y astre (astro, estrella), desgracia derivada de los astros o dioses, más allá del control humano (Cardona O.D: 1986). Para Lavel A. (1994), los desastres corresponden a problemas no resueltos del desarrollo, esta visión de responsabilidad social fue impulsada durante los años 70s (Lavell 1996;Cutter 1994) y es antagónica a la visión de las ciencias duras y de la Biología y geología, cuando inicialmente se centraba la discusión en el análisis de las amenazas generadas por procesos geológicos e hidrometeorológicos, esta perspectiva originó que se considerara los desastres como resultado de los procesos “naturales” los cuales no podían ser intervenidos. Los cuales impactaban a una sociedad indiferente e indefensa, un suceso con carácter de inevitable, – ¿Como detener las fuerzas de la naturaleza, como un ciclón; un sismo; un tsunami? – este discurso fomentó la no intervención en la vulnerabilidad durante varias décadas.

La naturaleza se comporta como un sistema dinámico complejo que interactúa con su entorno (seres vivos), y en esa interacción se han originado vulnerabilidades, que se comportan de manera estable en un cierto periodo de tiempo. Un sistema complejo se relaciona de manera particular con el entorno, los procesos de autoorganización que se desarrollan en el tiempo pueden con llevar a un cierto comportamiento estable del sistema durante un lapso, como mismo llevan a un brusco cambio en su dinámica. El sistema sufrió una catástrofe (matemáticamente hablando) o lo que es igual, que el sistema se bifurcó. Esto puede parecer lento en nuestra escala temporal (como los procesos de sequía y desertificación) o muy rápidos (como el caso de inundaciones o terremotos).

En el proceso de educación, el sistema educativo debe evolucionar, es el momento de autoorganizarse, la educación debe emerger desde los conocimientos fragmentados de la realidad al del pensamiento complejo y la transdisciplinariedad

Estimación del riesgo

El riesgo se obtiene de relacionar la amenaza, probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Por lo tanto, el riesgo puede ser de

carácter geológico, hidrológico, atmosférico o, tecnológico, dependiendo de la naturaleza de la amenaza a la cual esté referido.

Desde el punto de vista físico, ” es la pérdida esperada en un período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo” (Cardona O. 1986). Usualmente, el riesgo específico representa pérdida de vidas, heridos y pérdidas de inversiones de capital. Ahora bien, debido a la dificultad que significa estimar el “riesgo total”, o sea la cuantificación acumulativa del riesgo específico de cada uno de los elementos expuestos y para cada una de las amenazas, en general se acepta referirse al riesgo haciendo referencia a un riesgo específico representativo para la región.

La evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general:

$$Rie = f(A_i, V_e) t$$

Conservando esta conceptualización propuesta por el grupo de expertos reunidos en 1979, en 1985 en el Instituto de Ingeniería Sísmica y Sismología – IZIIS, de Skopje Yugoslavia, eliminar la variable Exposición (E) por considerarla implícita en la Vulnerabilidad (V), sin que esto modificara la concepción original. Dicha formulación, entonces, fue planteada de la siguiente manera:

Una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo Rie puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

Es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo t dado (Cardona 1990).

En términos generales, la “vulnerabilidad” puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso. Considerando que la vulnerabilidad puede intervenir, a través de diferentes factores socioeconómicos, y de mayor trascendencia es que a esa vulnerabilidad se le divida entre **educación con pensamiento complejo y transdisciplinar**, entonces teóricamente el riesgo podrá disminuir su valor y su impacto en la población afectada. Por todo lo anterior se analizarán diferentes enfoques que se han desarrollado acerca de la vulnerabilidad.

La Construcción de la vulnerabilidad y de las condiciones de vulnerabilidad

El término de vulnerabilidad ha sido analizado desde diversos campos del conocimiento, como la sociología, la economía, la antropología, la ecología, la política, y la ingeniería (Cardona y Barbat 2000; Hewitt, 1983; y Oliver, 1998).

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos.

El análisis de la vulnerabilidad, se lleva a cabo considerando dos aspectos generales; el físico y el social. Generalmente para analizar el aspecto físico existen diferentes metodologías a considerar, como son la construcción de curvas de vulnerabilidad según el tipo de estructura física que se analiza, cuantificación o predicción de pérdidas potenciales referida a los daños etc., sin embargo no ocurre lo mismo con **el análisis de la vulnerabilidad social, la cual se realiza generalmente bajo metodologías cualitativas, debido a que está relacionada con aspectos, económicos, educativos, culturales, e ideológicos.**

Es importante destacar que, como una crítica radical de la concepción física de la vulnerabilidad, se originó el término de vulnerabilidad construida de los procesos económicos, políticos y sociales (Hewitt, 1983). Anderson y Woodrow (1988), contribuyen al proceso cognitivo de la vulnerabilidad y proponen que sea utilizada como una herramienta de diagnóstico en el análisis de diversos casos de esquemas de reconstrucción post-desastre. De acuerdo con estos autores, el término vulnerabilidades se refiere a “los factores de largo plazo que afectan la capacidad de una comunidad de responder a eventos, o que los hacen susceptibles de sufrir una calamidad (...) preceden a los desastres, contribuyen a su severidad, impiden respuestas efectivas frente a los desastres”. Tres áreas o clases de vulnerabilidades se identifican:

Físico – Material, que se refiere a las características de la tierra, el clima y el ambiente; los niveles de salud, las pericias y características de la fuerza de trabajo; la infraestructura, alimentación y vivienda; capital y tecnologías.

Social – Organizacional, que incluye las estructuras políticas formales y los sistemas informales a través de los cuales las personas logran tomar decisiones, establecer liderazgos y organizar actividades sociales y económicas.

Motivacional – Actitud, relacionado con las formas en que las comunidades se ven así mismas y su relación y capacidades para tratar el ambiente físico y sociopolítico.

Una de las aportaciones más importantes respecto al desarrollo del conocimiento de la vulnerabilidad fue la realizada por Wilches-Chaux (1989), en su concepto de vulnerabilidad global, considera diferentes dimensiones de la misma:

Vulnerabilidad Física, evaluada según la localización de los asentamientos humanos en zonas de peligro, y las deficiencias de los elementos expuestos así como a las deficiencias de los sistemas estructurales de las edificaciones para “absorber” los efectos de los peligros latentes.

Vulnerabilidad económica. A nivel local e individual se expresa en función del desempleo, ingresos, posibilidad de acceso de los servicios, de la educación, de la salud entre otros. En la esfera nacional se traduce en una dependencia económica de factores externos incontrolables, por ejemplo, la imposición de políticas monetarias, la falta de diversificación de la base económica

Vulnerabilidad social: se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres (tipo de acceso al saneamiento ambiental, nutrición infantil, servicios básicos, que permitan la recuperación de los daños ocurridos)

Vulnerabilidad política: concentración de la toma de decisiones, centralismo en la organización gubernamental y la debilidad en la autonomía de los ámbitos regionales, locales y comunitarios, lo que impide afrontar los problemas. (autonomía en el poder de decisión y de solucionar problemas)

Vulnerabilidad técnica: se refiere a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en áreas de riesgo (incapacidad de control y manejo de las tecnologías frente a los riesgos)

Vulnerabilidad ideológica: alude a la forma y concepción del mundo y el medio ambiente donde se habita y con el cual se relaciona y la posibilidad de enfrentar los problemas. La pasividad, fatalismo, presencia de mitos aumentan la vulnerabilidad de la población

Vulnerabilidad educativa: falta de programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente, sobre el entorno, los desequilibrios y las formas adecuadas de comportamiento individual o colectivo en caso de amenaza o de situación de desastre (conocimiento de las realidades locales y regionales para hacer frente a los problemas)

Vulnerabilidad cultural: refiere a la forma en que los individuos y la sociedad conforman el conjunto nacional y el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de estereotipos o en la transmisión de información relacionada con el medio ambiente y los potenciales o reales desastres (influencia de la personalidad de los habitantes que se identifican con un modelo de sociedad, influencias de los medios de comunicación masiva frente a los riesgos)

Vulnerabilidad ecológica: relacionada a la convivencia con el medio ambiente, sin la dominación por destrucción (vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altos riesgos para las comunidades que los explotan o habitan.

Vulnerabilidad institucional: obsolescencia y la rigidez de las instituciones, en las cuales la burocracia, la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existentes y demoran el tratamiento de los riesgos o sus efectos.

Por su parte Cannon (1994) clasifica la vulnerabilidad en tres tipos básicos:

Vulnerabilidad en los sistemas de vida, lo cual se relaciona con la manera en que un sistema particular de vida propio de un individuo o grupo se hace más o menos resistente o fuerte y capaz de resistir el impacto de un riesgo (oportunidades de ingresos, ahorros, niveles de salud y nutricionales, etc.);

Aspectos de autoprotección, relacionado con el grado de protección logrado por un individuo o grupo en términos de su nivel de preparación frente al riesgo (localización de la vivienda, naturaleza y resistencia de las edificaciones, construcción de diques, etc.);

Aspectos de protección social, relacionado con el nivel de protección dotado por el Estado u otras instituciones (incluyendo la influencia que éstos puedan tener sobre la resistencia de los sistemas de vida y los aspectos de autoprotección, y también sobre factores tales como la normativa legal en cuanto a Códigos de Construcción, zonificación del uso del suelo e intervenciones técnicas)

Con las perspectivas de Cannon, Anderson y Woodrow, se construyen clases y categorías de vulnerabilidad, incluyendo al género, clase, etnicidad, diferencias migratorias y de edad. Además, destacan también el uso de su esquema para considerar no solamente las vulnerabilidades de familias o comunidades, regiones o naciones, sino también de sus capacidades. Lo cual constituye una aportación de los factores a considerarse ante la respuesta frente a los agentes potenciales de la manifestación del riesgo en desastre. Con este enfoque el desarrollo se analiza como un proceso a través del cual se reducen las vulnerabilidades y se incrementan las capacidades.

Para Lavel (1998) la utilización del análisis de las vulnerabilidades y capacidades pone el énfasis en las condiciones latentes, que explican el probable o real impacto de un desastre y las características de los procesos de recuperación, su análisis aporta la idea de que existan mecanismos instrumentados desde la familia hasta la comunidad, como una respuesta a su percepción o experiencia de riesgo de acuerdo con sus posibilidades existentes (o históricas)[3].

Clarke Guarnizo (1992) propuso la utilización de un marco teórico[4], para el mapeo de los mecanismos de ajuste de vulnerabilidades (subculturas de desastre), especificando cuatro categorías generales: socio-organizacional; económica; tecnológica; y, cultural, y contribuye con la idea de la reducción de la vulnerabilidad, referidas a tres fases de intervención en los desastres (prevención, emergencia- respuesta y recuperación).

En ese sentido el análisis de la vulnerabilidad se hace en dos momentos distintos del proceso. Por un lado, en las condiciones que la unidad de análisis tiene antes de una situación catastrófica, que le hacen

más o menos propensa a una pérdida específica (susceptibilidad). **Por otro lado, se encuentran las formas que desarrolla la unidad de análisis para enfrentarla crisis, una vez que ésta ha ocurrido, y que se relacionan con la capacidad de adaptación (Watts y Bohle, 1993), y que se le ha llamado resiliencia.**

La interacción entre 'la amenaza' y la 'vulnerabilidad' genera condiciones de 'desastre', el cual puede ser catastrófico o crónico (Pelling,2003:15) de acuerdo con la temporalidad que se genera y desencadena.

Es preciso señalar que la vulnerabilidad de una sociedad ha sido definida a partir de elementos diferentes, entre los que se encuentran, pobreza, sensibilidad, esfuerzo, capacidad de enfrentar una crisis, entre otras, por lo que su evaluación y definición constituye actualmente un desafío teórico y metodológico

El objeto de análisis de vulnerabilidad será la unidad de análisis (sistemas estructurales, individuo, hogar, grupo social) el cual se define como vulnerable ante una amenaza específica, o es vulnerable a estar en una situación de pérdida, que puede ser de la seguridad, de la salud, del ingreso, de las capacidades básicas, etc. (Alwang et al., 2001:3).

La vulnerabilidad, en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social (Cardona,1990:26). La vulnerabilidad técnica o física puede modelarse a través de mecanismos matemáticos que predicen la respuesta de las estructuras ante diferentes solicitudes (viento, sismo, inundación, entre otras) así como las posibles pérdidas funcionales(pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios), a diferencia de la vulnerabilidad social, que ha sido valorada a través de métodos cualitativos y de forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc

La propuesta presentada por Wisner et al.(1993) y que se sintetiza en el modelo PAR (Pressure and Release), y que desagrega los componentes de un desastre en 'causas de fondo', 'condiciones inseguras' y 'presiones dinámicas' En este modelo se proponen dos modelos conceptuales de vulnerabilidad. El primero examina la evolución de condiciones inseguras específicas en términos de presiones dinámicas como son la urbanización y la degradación ambiental y en términos de causas de fondo inmersos en la economía política.

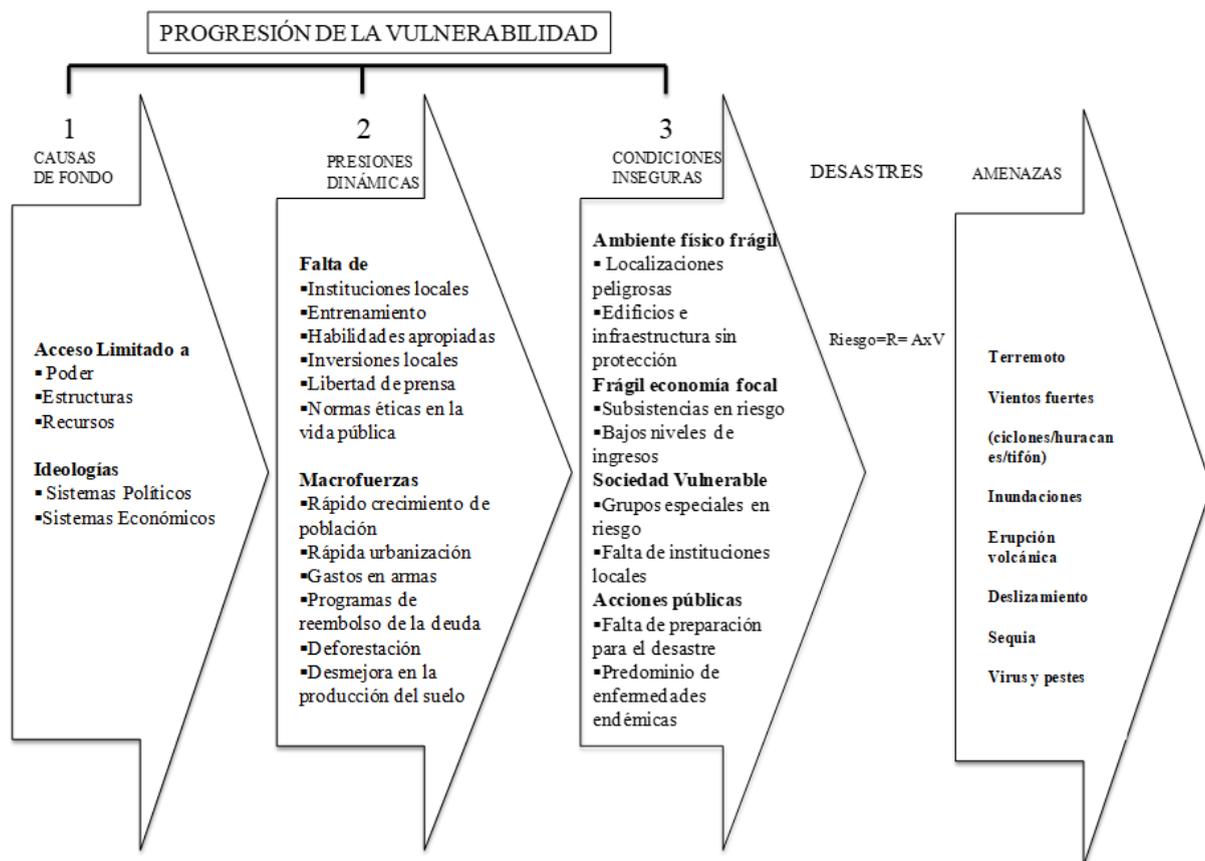
Fue desarrollado para explicar la forma en que la amenaza y la vulnerabilidad interactúan para generar las condiciones subyacentes de desastre, el cual es una probabilidad latente hasta que la combinación de las condiciones de vulnerabilidad y las amenazas, propician la manifestación del riesgo en desastre. El modelo permite analizar los factores que conectan las condiciones inseguras que caracterizan a una determinada configuración temporal y espacial de vulnerabilidad con procesos económicos, políticos y sociales globales. El segundo modelo llamado Modelo de Acceso, parte del concepto de acceso, desde una familia, comunidad o sociedad, a los recursos que permiten seguridad frente a determinadas amenazas. El modelo permite identificar lo que ocurre a nivel de hogar en distintos ámbitos (recursos, conocimientos, relaciones sociales, desventajas relativas), y que influyen en su susceptibilidad específica y en sus

respuestas potenciales ante distintos tipos de amenazas, diferentes canales y barreras sociales, económicos, políticos y culturales.

El valor de vulnerabilidad social estará determinado en función de la relatividad de los parámetros con los cuales se mide. Uno de los fundamentos básicos para estudiar la vulnerabilidad es la diferenciación entre la susceptibilidad de ser afectado por una amenaza específica, o ser vulnerable a estar en una situación específica de pérdida, que puede ser de la salud, del ingreso, de las capacidades básicas, etc. (Alwang et al., 2001:3). Si bien ambos aspectos son necesarios para evaluar globalmente las condiciones de vulnerabilidad de un determinado individuo o grupo, ambos tienen umbrales, diferentes. En el primer caso, los umbrales, se determinan en gran medida por probabilidades de exposición ante amenazas específicas; mientras que, en el segundo caso, la vulnerabilidad a una pérdida y se establece primordialmente por parámetros ético-normativos.

Figura 1

Construcción de la vulnerabilidad



Nota: Recuperado de: Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life 1993. Fuente: Wisner, B.(1993): "Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life". GeoJournal 30(2):127-40.

En este caso, esos umbrales deben definir cuándo alguien es vulnerable, es decir, cuándo es susceptible a que le ocurran ciertas pérdidas normativamente definidas. Esto se define a partir de los conjuntos de satisfactores adecuados para cubrir la necesidad a la cual responde, que, si no se cubre, representa una situación de pérdida. Un umbral necesita ser definido a partir de las características físicas y culturales que un satisfactor debe tener o cubrir para satisfacer una necesidad humana en su contexto social concreto. El problema de la adecuación del umbral es la determinación de los parámetros para medir objetivamente la calidad de la vida humana.

En este sentido, en ocasiones, los individuos superan las condiciones de riesgo a través de sus estrategias de vida y de los activos que disponen, así como la forma más efectiva en que los movilizan, pero en otras ocasiones, los recursos que disponen no son suficientes para afrontar largos períodos de vulnerabilidad, o interfiere una fuerte crisis económica; así que esto los conduce a la exclusión o a un grado mayor de indefensión y desventaja, lo cual regenera las trabas para disminuir su exposición (Birkmann, J., et al 2014).

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005) desarrolló dos indicadores que reflejan el nivel de vulnerabilidad e inseguridad de forma comparada para las áreas geográficas.

En México el CENAPRED (2006), desarrolló una metodología, en la cual los autores consideran la vulnerabilidad física y social. La vulnerabilidad física como la capacidad de responder a eventos como son sismo y viento de los diferentes tipos de estructuras de mampostería y la vulnerabilidad social definida como un conjunto de indicadores considerandos, como son; educación, salud, empleo, población y vivienda.

En general, la construcción de medidas de vulnerabilidad social no cuenta con un suficiente soporte cognitivo acerca de instrumentos e indicadores ya probados o discutidos por la literatura precedente.

La mayoría de los antecedentes metodológicos remiten a la construcción de índices de vulnerabilidad con información de encuestas principalmente, o de censos, para aprovechar la capacidad de esta fuente y realizar caracterizaciones territoriales. Si bien varían los indicadores utilizados, enfocando a la vulnerabilidad como una problemática heterogénea, la experiencia en la evaluación de los efectos de un desastre ha demostrado, que estas metodologías no han sido suficientes y es necesario dar un enfoque desde la complejidad y transdisciplinariedad.

Enfoque complejo y transdisciplinar para el manejo del desastre

Para el manejo de una crisis en el contexto de la complejidad, es prioritario aumentar la capacidad de la población de manera transdisciplinar a fin de delimitar los daños potenciales. La complejidad de las multi amenazas que se generan después de un evento detonante, cuestiona el enfoque probabilístico del análisis del riesgo y de su gestión, y en la práctica el comportamiento del mundo real se

comporta bajo condiciones de incertezas. A continuación, se desarrolla un caso de estudio, realizado con la cooperación de diferentes actores locales y nacionales en una situación de crisis, **se observa que es necesario explorar el análisis de la vulnerabilidad como un sistema dinámico complejo, afectada entre la educación con perspectiva de pensamiento complejo y transdisciplinar.**

Caso de estudio: Tetela del Volcán

El municipio de Tetela del Volcán está ubicado dentro de la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, siendo la mayor de las 14 subprovincias del eje Neovolcánico y consta de sierras volcánicas, que alternan con amplias llanuras (Servicio Geológico Mexicano, 1985). Tetela del Volcán, fue asentamiento de grupos descendientes de los Olmecas Xicalancas, que habitaron en las faldas de la sierra nevada. La palabra Tetela del Volcán proviene de la raíz Náhuatl: Tetela o Tetella, cuya etimología En la época prehispánica Tetela del Volcán fue asentamiento de grupos te-tl ;”piedra”, tla-n “lugar” , lugar donde hay muchas piedras o pedregal

En 2015, la población en Tetela del Volcán fue de 20,698 habitantes, de los cuales 48.7% hombres y 51.3% mujeres (INEGI 2015), La población constituye un factor predominante en la gestión del riesgo, como actores y como elementos que deben protegerse.

Figura 2

Ubicación geográfica de Tetela del Volcán



Nota: En la imagen se representa la ubicación geográfica de Tetela del Volcán. Fuente: Secretaria de Hacienda, Dirección General de Información Estratégica. Con datos Marco Geoestadístico 2010, del INEGI.

Se localiza geográficamente al norte a una latitud de $19^{\circ}00'55''$, al sur a $18^{\circ}49'14''$, al este a una longitud de $98^{\circ}37'58''$ y $98^{\circ}46'31''$ al oeste (Figura 2).

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el 19.1% de la población es vulnerable por carencias sociales, presenta un tipo de carencia en rezago educativo, acceso a los servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación (Tabla 2)

Es importante señalar que los ponderadores para cada variable del factor vulnerabilidad son diferentes ante cada tipo de peligro, ya que la importancia relativa de elementos como la densidad de población, el comportamiento estructural de los edificios, la composición socio demográfica de los hogares o la diversificación económica es distinta en el caso de un terremoto que, en el caso de sequía, o en el caso de una inundación.

Analizar la vulnerabilidad desde la perspectiva o colectividad humanas, como una unidad de análisis, la cual generalmente se analiza desde el enfoque de estructuras productivas y sus expresiones territoriales que dan sustento a las vidas de las personas. Al considerar el problema desde una perspectiva

territorial, podemos observar que a razón de que la escala de análisis se realiza micro zonificando desde un barrio o agef (según determinación del Instituto Nacional de Geografía), se hace necesario entender las características intrínsecas de cada región para modelar las condiciones de vulnerabilidad. Esto sirve para reiterar que el riesgo y la vulnerabilidad se pueden precisar a nivel micro región con mayor especificidad en los niveles micro sociales y territoriales, que existen factores que son afectados en estados de crisis como son; la gobernanza, los derechos políticos, la solidaridad, la pertenencia a un territorio, entre otros.

Tabla 1.

Vulnerabilidades sociales (CONEVAL 2015)

Tipo de carencia	Porcentaje de la población (municipal)	Porcentaje de la población estatal
Rezago educativo	23.3%	19.4%
Acceso a los servicios de salud	50.2%	31.7%
Acceso a seguridad social	88.9%	64.9%
Calidad y espacios de la vivienda	24.2%	15.8%
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	40.3%	21.3%
Acceso a la alimentación	23.1%	22.0%

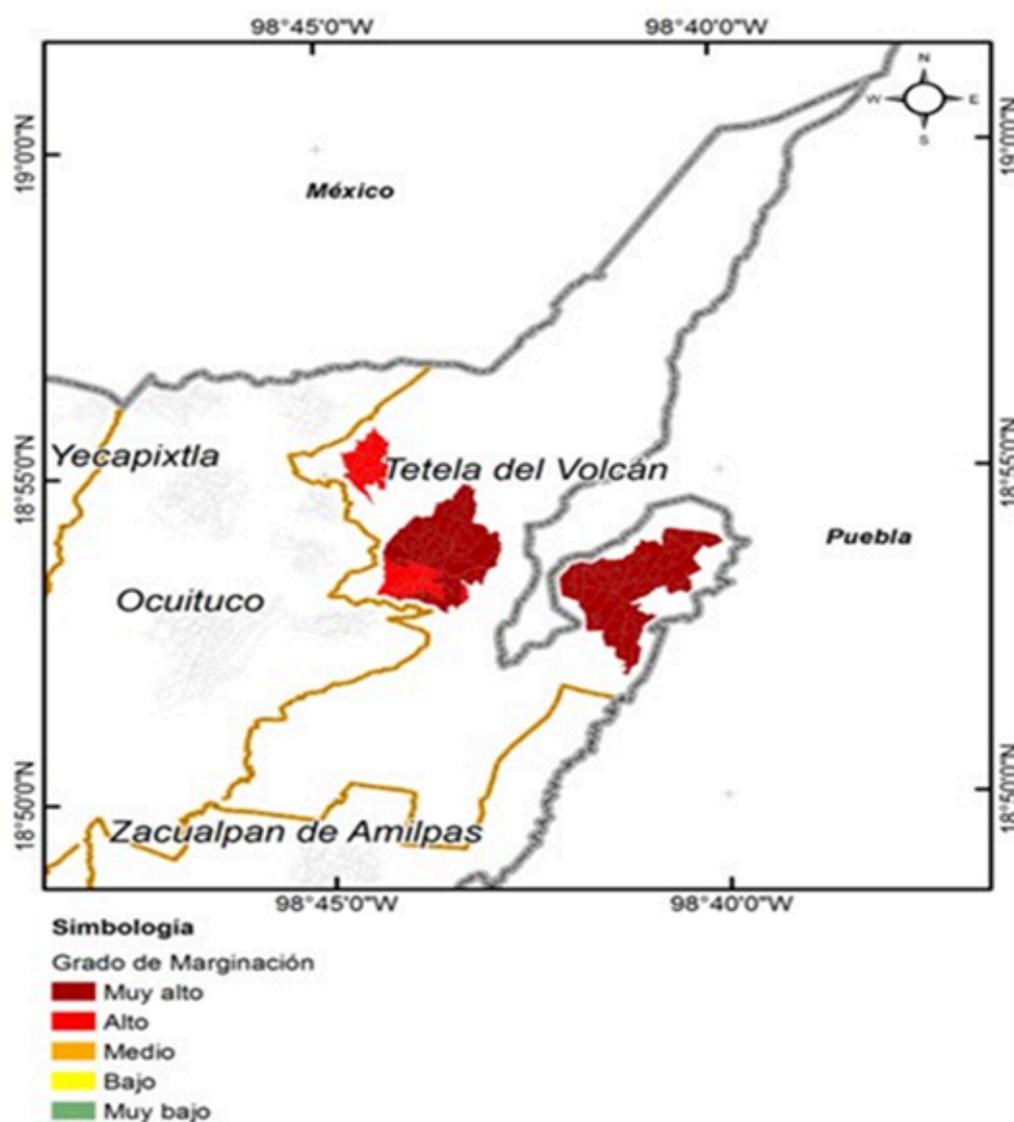
Fuente: <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Informe-pobreza-municipal-2015.pdf>

Podemos observar la alta vulnerabilidad social del Municipio de Tetela del Volcán, con un rezago educativo del 23.3%, con una población con un 50.2% sin acceso a la salud, con un 40.3% sin acceso a los servicios básicos de vivienda y con un 23.1% sin acceso a la alimentación.

Por otro lado, se estimó que el 45.4% de la población tiene ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo y 77.1% inferior a la línea de bienestar. Otro tipo de vulnerabilidad social se A nivel de localidad existen trece localidades con un índice de marginación alto, entre las que destacan: Tetela del Volcán con un índice de -0.7915, Hueyapan con un índice de -0.4921, Tlalmimilupan (SanPedro) con un índice de -0.3215, Lomas Lindas con un índice de -0.5231 y Matlscofla con un índice de -0.3075, con grado de marginación alto, todo esto de acuerdo a estimaciones de CONAPO 2010, y su distribución se observa en la Figura 3.

Figura 3

Mapa con niveles de marginación



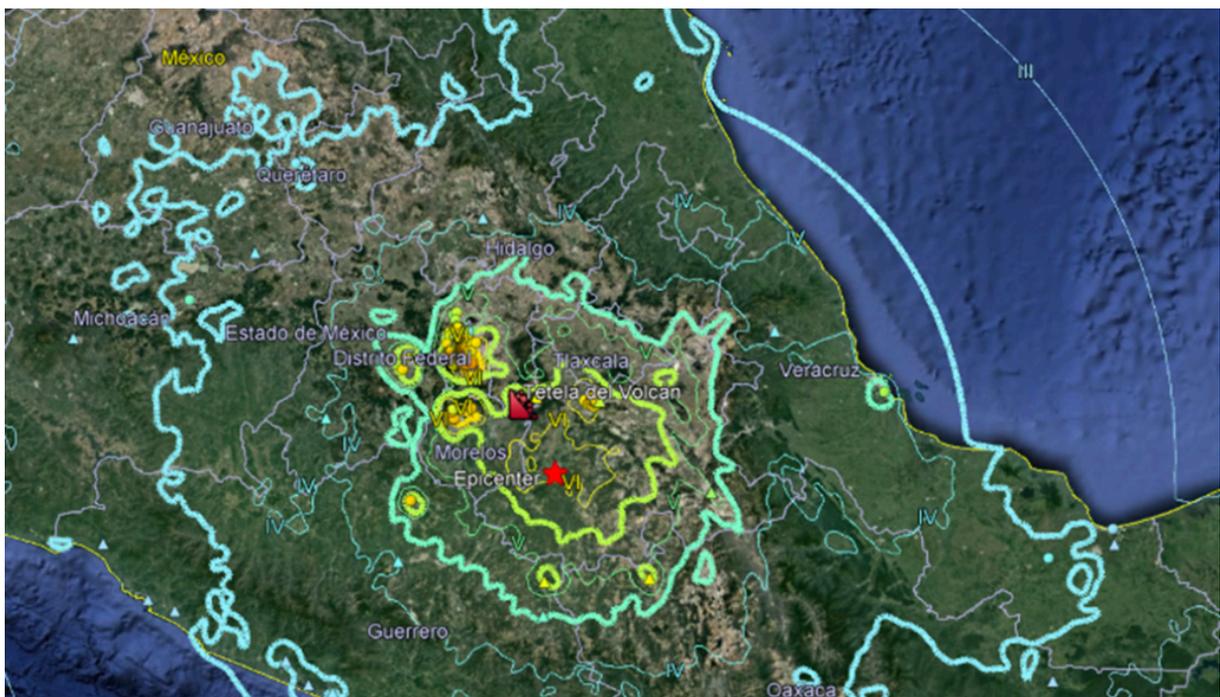
Fuente: Índice de marginación por marginación 2010.http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010

Ante este escenario ¿cómo es posible pedir a la población se adapte a las nuevas condiciones de vida generadas por un sismo, y amenazas concatenadas?, el Estado ha propiciado las condiciones vulnerables de esta población, y ante la experiencia vivida después del sismo, puede constatar la capacidad de adaptación de los grupos vulnerables. El reto es disminuir estas vulnerabilidades y aumentar la capacidad de respuesta de la población a través de la transdisciplinariedad

En este contexto de escenarios naturales que interactúan interactuando con las condiciones humanas, el día el 19 de septiembre de 2017 se presentó un sismo de magnitud $M_s=7.1$ en el límite estatal entre Morelos y Puebla (Figura 1) a 12 km de Axochiapan Morelos (Figura 4), el sismo se presentó dentro de la Placa oceánica de Cocos (sismo intra-placa), por debajo del continente a 57 km de profundidad. (Víctor C. et al 2017).

Figura 4.

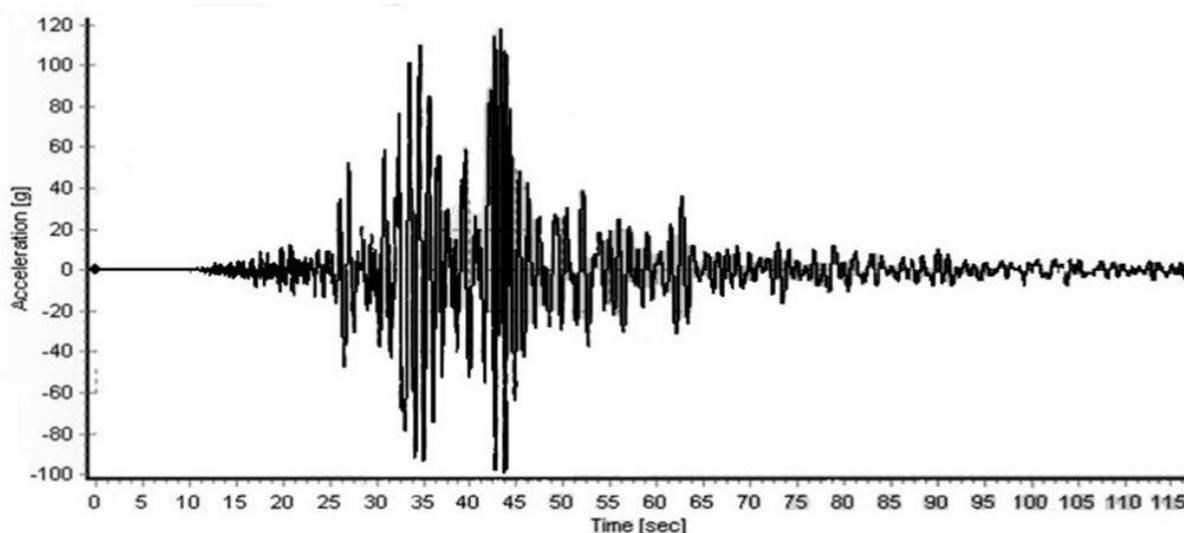
Ubicación del epicentro del sismo $M_s=7$,Morelos, México.



Fuente: Reporte especial (2017). Servicio Sismológico Nacional

Figura 5

Acelerograma base de estudio



Fuente: Reporte especial (2017). Servicio Sismológico Nacional

Según se observa en el acelerograma (Figura 5) que se consideró con mayores aceleraciones para la zona de estudio, las aceleraciones epicentrales rebasaron los 100 gals..

A los dos días del evento sísmico, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Instituto de Investigación para la Gestión del Riesgo, A.C, estudiantes de la Multiversidad del Mundo Real. Edgar Morin, formaron una brigada de apoyo para la Dra. Martha Shirley Reyes Quintero rectora de la Universidad de Morelos y por el Grupo de rescatistas Topos Azteca, quienes lidereaban a la comunidad en la atención a la emergencia, brindando apoyo a las comunidades afectadas.

A escasos tres años de la experiencia de atender una realidad generada por la presencia de un evento sísmico seguido por eventos meteorológicos y avalanchas de nieve y lahares, la reflexión acerca de las realidades locales para hacer frente a un estado de desequilibrio en busca del equilibrio con un enfoque complejo y transdisciplinar, nos lleva a sugerir los procesos de irreversibilidad (Prigogine, I. 1984), y analizar que la ciencia de los desastres ya no se limita a situaciones simples, idealizadas, estos eventos de no equilibrio nos ubican frente a la complejidad del mundo real, la educación en la complejidad y en la transdisciplinariedad. nos permite observar que la creatividad humana se vive como una acción en respuesta a la emergencia de buscar el orden después del caos. A continuación, se narrará la atención y el manejo del desastre para ir descubriendo el conjunto de desórdenes que operando simultáneamente generaron la manifestación del riesgo en desastre.

El día 22 de septiembre de 2017, después del evento sísmico, se presentaron factores determinantes como; precipitaciones pluviales normales y extraordinarias; filtración de agua pluvial en el terreno; variaciones de temperatura; erosión; acción humana de deforestación y cortes de taludes; asentamiento humano en las laderas; continua actividad sísmica; y volcánica del Popocatepetl en la localidad. se presentaron nevadas invernales intensas, provocando deslizamientos de nieve y lahares

afectando a varias comunidades ya afectadas por las diversas multi amenazas citadas, la primera acción fue formar grupos con diferentes disciplinas, trabajando de manera transdisciplinar.

Bajo la dirección de la Escuela de estudios Superiores de la Universidad Autónoma de Morelos, se formaron diferentes, líneas de acción; ubicación de un centro de operación (instalaciones de la universidad); rescate; recolección de víveres y medicinas; atención médica; evaluación de daños en viviendas; evaluación de laderas con alta probabilidad de deslizamientos; evaluación de probabilidad de movimientos de ladera; atención a los damnificados; disseminación de la información y la educación constante hacia la población a fin de educar de manera transdisciplinar acerca de los procesos que se generaban hora tras hora, para disminuir el incremento de daños (Fotografía 1)

Fotografía 1.

Acciones de educación e información a la población, sobre la complejidad del fenómeno multi amenazas.



Fuente: Elaboración propia.

La complejidad del mundo real, la educación en la complejidad y en la transdisciplinariedad. nos permitió observar el criterio de Édgar Morin, al determinar que la creatividad humana se vive como una expresión común en todos los niveles de la naturaleza, y ésta se agudiza tras la búsqueda del equilibrio por el desequilibrio que se genera en los desastres.

Figura 6

Modelo 3D y superposición satelital de la ubicación de Tetela del Volcán, Morelos a las faldas del volcán Popocatepetl



Fuente: Elaboración propia.

Los desastres naturales como sismos, huracanes, avalanchas de lahares, inundaciones, etc, causan cada año numerosas pérdidas de medios de vida, así como grandes daños en la agricultura y ganadería (Figura 6). Tal fue el caso, del municipio en estudio, donde los agricultores y ganaderos tuvieron pérdidas por los cambios

topográficos, morfológicos, agrietamientos profundos del suelo e importantes avalanchas de lahares, teniendo pérdidas de grandes porciones de parcelas dedicadas a la agricultura (Fotografía 2)

Fotografía 2.

Agricultores de Tetela del Volcán evaluando las pérdidas ocasionadas por las multi amenazas.



Fuente: Elaboración propia.

Para comprender el comportamiento de la naturaleza, la disciplina de la mecánica de suelos, geofísica, geología, sismología, se entrelazaron al análisis de los diversos aspectos de las actividades humanas de la población, en el intento de tener una visión múltiple y articulada de los efectos de las multi-amenazas y de la vulnerabilidad de la población en la apropiación de la naturaleza.

Se aplicaron métodos de evaluación de primer nivel para identificar movimientos de ladera activos o antiguos consistiendo básicamente, en la identificación de rasgos propios de estos procesos, evidencias de movimientos y otros signos asociados a su aparición como fueron; análisis de las formas erosivas y de acumulación (anomalías en la pendiente de las laderas); depósitos deslizados; grietas y escarpes; tipos y características de la vegetación; desvío de cauces; depósitos de masas deslizadas en llanuras de inundación, entre otros (Figura 6).

El arte en sus diferentes manifestaciones se religó como una disciplina para afrontar la crisis y fue un detonante a través del cual se originaron una serie de acciones no previstas que permitieron el intercambio de expresiones entre los habitantes afectados, ante la ambigüedad y la contradicción del desequilibrio, produciéndose una mágica transformación, del temor al agradecimiento por las muestras de solidaridad del pueblo de México.

Fotografía 2.

Participación de los habitantes en el centro de acopio de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.



Fuente: Elaboración propia.

La valoración de los individuos y de los grupos, durante la crisis provocada por un desastre es producto de las condiciones de vulnerabilidad, de la percepción del riesgo y del procesamiento de la información y que se generan ante la inestabilidad de la vida diaria. En ese sentido fue importante la planeación de la comunicación, se buscó crear una atmósfera de confianza a fin de lograr la unión en la diversidad

El caos producido por un evento sísmico y concatenado con otras amenazas nos mostró que la complejidad está presente en todo lo que existe, revelándose en perfecta comunión naturaleza-ser humano. La reducción de la vulnerabilidad a través de la educación en la transversalidad, la aceptación de otros campos de saber en busca del equilibrio, con óptica del razonamiento complejo, pudo producir el entretrejo de los múltiples factores que se presentan en un desastre, gracias principalmente a los niños de la localidad, su respuesta simplificada ante la complejidad, de manera espontánea y decida provocó la conexión de la mayoría de los actores sociales (Fotografía 3). Considerando que uno de los retos más importante que tiene la sociedad es el de educar en la complejidad y transversalidad,

Discusión

Las herramientas matemáticas actuales nos permiten modelar sistemas complejos del mundo real, integrados por sistemas de componentes en interacción mutua, Sin embargo, el análisis de la vulnerabilidad seguirá representando el mayor reto en el análisis del riesgo.

La apropiación de la naturaleza por el hombre ha sembrado grandes desastres a través de la historia.

Cuando las multiamenazas interactúan con un número importante de vulnerabilidades, por alguna razón las propiedades colectivas del sistema pueden ser nuevamente predecibles, quedando regidas por leyes simples de la naturaleza.

Al menos en principio, los modelos matemáticos pueden aplicarse al estudio de sistemas extremadamente complejos, integrados por un gran número de componentes en interacción mutua. En la

práctica, sin embargo, solo sabemos resolver con precisión los casos más simples, como aquellos en los que interaccionan únicamente dos o tres agentes.

Para mejorar la acción del Estado y la sociedad con fines de gestión de riesgos es indispensable profundizar en el conocimiento de la complejidad de las amenazas naturales y de aquellas causadas accidentalmente por el grado de vulnerabilidad de los asentamientos humanos y determinar las áreas de riesgo, con el fin de identificar los escenarios potenciales de desastre y formular las medidas para prevenir o mitigar sus efectos mediante el fortalecimiento institucional y a través de las acciones de mediano y corto plazo que se establecen en los procesos de planificación del desarrollo a nivel sectorial, territorial y de ordenamiento a nivel municipal.

Con el fin de superar las situaciones de desastre, se debe fortalecer la capacidad técnica, administrativa y financiera necesaria para agilizar los procesos de recuperación rápida de las áreas afectadas. Esto demanda de una gran coordinación interinstitucional y transdisciplinar de los diferentes actores a fin de que se evite la duplicidad de funciones y disminuya los tiempos transcurridos entre la formulación de proyectos, su estudio y aprobación y finalmente su ejecución para la rehabilitación y reconstrucción.

En cuanto a la formulación de proyectos se debe fortalecer la capacidad técnica a nivel local en la identificación de proyectos que tengan en cuenta las características sociales y culturales de la población afectada, esto se logrará mediante la capacitación de funcionarios locales en la formulación y preparación de proyectos con el apoyo de entidades del orden nacional encargadas de prestar asistencia técnica en los diferentes aspectos que involucra la reconstrucción de asentamientos humanos, con pensamiento complejo y de manera transdisciplinaria (Alarcón P, 2010).

Lista de referencias

Alarcón P. (2010) Gestión del riesgo en Mineral de Angangueo. Dirección Estatal de Protección Civil, Morelia, Michoacán, México, 2010

Anderson M.B., Woodrow P.J. (1989). *Rising from the Ashes: Development strategies in times of disaster*, Boulder, Westview Press.

Alwang, J., Siegel, P.B. and Jorgensen, S.L. (2001) *Vulnerability: A View from Different Disciplines*. Social Protection Discussion Paper Series. The World Bank, Washington DC. has been cited by the following article: TITLE: *Ex Ante Inequality and Under-Nutrition Vulnerability Dynamics: Case Study of the Sundarbans Delta Region, West Bengal, India*

Basarab N. (1996). *La transdisciplinarietà. Manifiesto*. Ediciones Du Rocher.

- Birkmann, J., Cardona, O., Carreno, M., Barbat, A., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P & Welle, T. (2014). Theoretical and conceptual framework for the assessment of vulnerability to natural hazards and climate change in Europe. In J. Birkmann, S. Kienberger & D. Alexander (Eds.), *Assessment of vulnerability to natural hazards* (pp. 1-20). London: Elsevier
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B. (1994 in English) (1996): *Vulnerabilidad, el Entorno Social de los Desastres*, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La RED, ITDG, Bogotá. Pag 5 y 8
- Boisot, M. (1975). *Disciplina e Interdisciplinariedad*. México. Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior. (Mimeo).
- Cannon, T (1994): "Vulnerability Analysis and the Explanation of Natural Hazards, en Varley Ann, *Disasters Development and Environment* , Wiley ,Chichester.pag5.
- Cardona, O.D. (1986): "Enfoque Metodológico para la Evaluación de la Amenaza , Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico ", *Memorias del Seminario Nacional Sobre Prevención y Manejo de Catástrofes Naturales*, Asociación de Ingenieros Estructurales, Medellín.
- Cardona, O.D., Barbat, A.H. (2000) : "El Riesgo Sísmico de Estructuras" en *Estructuras Sometidas a Acciones Dinámicas* Car, E, López Almansa, F. & Oller, S. (Eds), CIMNE, Barcelona.
- Cardona, O.D. (1986): "Enfoque Metodológico para la Evaluación de la Amenaza , Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico ", *Memorias del Seminario Nacional Sobre Prevención y Manejo de Catástrofes Naturales*, Asociación de Ingenieros Estructurales, Medellín.
- Cardona, O.D. (1990): *Terminología de Uso Común en Manejo de Riesgos*, AGID Reporte No, 13, EAFIT, Medellín, actualizado y reimpresso en *Ciudades de Riesgo*, M.A, Fernández (Ed).La RED, USAID, 1996.
- Carta de transdisciplinariedad. Canvenio de Arrábida noviembre 1994.
- CENAPRED (2006). *Evaluación de la vulnerabilidad física y social*. 2006 Rescatado de : <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>
- Clarke G.C. (1992) "Living with Hazards: Communities" *Adjustment mechanisms in Developing Countries*". En: A. KREIMER A Y M. MUNANSINGHE ed.
- Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, (1992), New York. 1992
- Cuny F. *Disasters and Development*. Oxford University Press; 1983.York.
- Cutter, S.L.(Ed)(1994): *Environmental Risks and Hazards*, Prentice Hall, New Jersey.

Fernández Heres, R. (1994). *La Educación Bajo el Signo del Positivismo*. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia.

Fraser E. (2003), "Social vulnerability and ecological fragility: building bridges between social and natural sciences using the Irish Potato Famine as a case study", *Conservation Ecology*, vol. 7, no. 2, pp. 1-9.

Gelman Muravchik O. *El Enfoque Sistémico para estudiar desastres*. Boletín del Instituto de Ingeniería UNAM 1979;

Hewitt K. *The Idea of Calamity in a Technocratic Age. Interpretations of Calamity*. London: Allen and Unwin; 1983.

INEGI (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de México 2010. Rescatado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010> pdg

INEGI (2015). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de México. Rescatado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>

Informe de evaluación política de Desarrollo Social. Coneval 2015. Rescatado de: <https://www.coneval.org.mx/paginas/principal.aspx>

Informe de CONAPO. Rescatado de www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030.

Reporte especial (2017). Servicio Sismológico Nacional. UNAM. 2017. Rescatado de: http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170919_Puebla-Morelos_M71.pdf

Kasperson, R.E., O.Renn, P.Solvic, H.S. Brown, J.Emel, R.Goble, J.X. Kasperson, y

Kauffman S. *At home in the universe. The search for the laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press. Inc.; 1995.

Khun T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press. 1962

Lavell A. *Al norte del Rio Grande, Ciencias Sociales, Desastres: una perspectiva norteamericana*. Lima: LA RED, 1994.

Lavell, A. (1996) : "Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y Conceptos: Hacia la Definición de una Agenda de Investigación", *Ciudades en Riesgo*, M.A. Fernández (Ed), La RED, USAID.

Lavell A. *Un encuentro con la verdad: los desastres en América Latina durante 1998*. Anuario Político y Social de América Latina 1999; (2):1-19.

Morin, E. (1992). *El método IV: las ideas*. Madrid: Cátedra.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. París: UNESCO.

Oliver-Smith, A. (1998). Global challenges and the definition of disaster. In E.L. Quarantelli (Ed.), *What is a disaster: Perspectives on the question* (pp. 177-194). London:

Pelling M (2003) *The vulnerability of cities; natural disasters and social resilience*, Earthscan, London

Prigogine I, Stengers I. *Order out of chaos. Man's new dialogue with nature*. New York: Bantam Books; 1984.

Prigogine I.(1996). *El Fin de las certidumbres*. Ediciones Odile Jacob, 1997

Reporte especial (2017). Servicio Sismológico Nacional. UNAM. 2017. http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170919_Puebla-Morelos_M71.pdf

Stix, G (2008): «Huellas de un pasado lejano». *Investigación y Ciencia*, 384(sept.): 12-19 (Migraciones prehistóricas)

Watts, M. J. and H. G. Bohle (1993), "The space of vulnerability – the causal-structure. 1993 of Hunger and Famine", *Progress in Human Geography*, vol. 17, no. 1, pp. 43-67.

Wilches-Chaux G. (1989): *Desastres, Ecologismo y Formación Profesional*, SENA, Popayán, Colombia.

Wisner, B.(1993): "Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life". *GeoJournal* 30(2):127-40.