

**A**NÁLISIS DEL ESPACIO GEOGRÁFICO  
Y EL PAISAJE DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO MEXICANO.  
**CERRO DE COATEPEC, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO\***

ANALYSIS OF GEOGRAPHIC SPACE AND THE LANDSCAPE OF A MEXICAN UNIVERSITY CAMPUS.  
CERRO DE COATEPEC, AUTONOMOUS UNIVERSITY OF THE STATE OF MEXICO

**JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ**

**RESUMEN**

Este artículo es resultado de un proyecto de investigación que se realiza en todos los espacios de la Universidad Autónoma del Estado de México. Con la aplicación de fundamentos geográficos, ecológicos y técnicas de trabajo de campo (observación directa, identificación, cuantificación y registros) se hizo la caracterización y el análisis del espacio geográfico, el paisaje y los cambios de uso del suelo del Cerro de Coatepec. La investigación es de tipo descriptivo y cualitativo, y se realizó a nivel de ecosistema urbano. Se demuestra que el Cerro de Coatepec es un espacio geográfico importante para los universitarios ya que desempeña múltiples funciones, pero es urgente aplicar estrategias para mitigar o compensar los impactos ocasionados al paisaje.

**Palabras clave:** Caracterización, espacio geográfico, paisaje, ecosistema urbano.

## **ABSTRACT**

This article is the result of a research project carried out in all areas of the Autonomous University of the State of Mexico. With the application of geographical and ecological concepts and fieldwork techniques (direct observation, identification, quantification and measurements) the characterization and analysis of the components of the geographical space, the landscape and changes in land use was made of Cerro de Coatepec. The research is descriptive and qualitative, and performed at the level of structural and functional identity. The results show that the Cerro de Coatepec is an important urban ecosystem for the students, teachers and researchers because it has multiple roles, but it is urgent to implement strategies to mitigate or compensate the impacts caused to the landscape.

**Key words:** Characterization, geographical space, landscape, urban ecosystem.

## 1. INTRODUCCIÓN

El espacio geográfico es el objeto de estudio (unidad de análisis) de la ciencia geográfica. Es el conjunto de elementos naturales (suelo, agua, rocas, montañas, planicies, mesetas, llanuras, plantas, animales) y socioculturales (grupos humanos, organización social, organización económica, organización política, vivienda, manifestaciones culturales, creencias y costumbres) que en interacción, determinan las condiciones de un lugar (Juan *et al.*, 2016). Zárate y Rubio (2016) señalan que para entender la interacción de los procesos, sus implicaciones sobre el territorio, las personas y la cultura, la Geografía se revela como una ciencia auténticamente privilegiada. El análisis geográfico proporciona claves de lectura del espacio e interpretación del paisaje, ayuda a comprender la compleja realidad del mundo actual como resultado de la interrelación de variables económicas, políticas, sociales y culturales.

El análisis e interpretación del espacio geográfico y por supuesto del paisaje debe hacerse en el contexto de su estructura y funcionamiento, esto con el propósito de vincular la interacción de sus componentes con las actividades humanas que también forman parte de los contenidos que interesan a la Geografía y cuya finalidad es satisfacer necesidades básicas y no básicas de la sociedad (Zárate y Rubio, 2016).

En este artículo se caracteriza y analiza al Campus Ciudad Universitaria ubicado en el Cerro de Coatepec como un espacio geográfico en donde la interacción social y cultural ha conformado un paisaje dinámico que forma parte del ecosistema urbano de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (Altiplano Central de México). La razón de analizar al campus universitario como ecosistema urbano se debe a que este se caracteriza por ser un lugar conformado por componentes, procesos y funciones vinculados con aspectos naturales, sociales, educativos, culturales y administrativos. La información presentada es resultado del proyecto de investigación “Prevención de impactos ambientales y riesgos en la Universidad Autónoma del Estado de México”, financiado por la misma universidad y por el Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A. C., el cual inició en el año 2015.

El objetivo de este artículo fue caracterizar y analizar el espacio geográfico en donde está ubicado el campus universitario, determinar las condiciones actuales del paisaje y demostrar la importancia del Cerro de Coatepec como un ecosistema importante para los universitarios.

El análisis de la información se sustenta en algunos fundamentos de paisaje (Gómez, 2004; Muñoz, 2012; Zárate y Rubio, 2016) y espacio geográfico (Santos 2000 y Luna 2010), complementándose con conceptos de ecología urbana (Suárez, 2014). La aplicación de métodos y técnicas de trabajo de campo (recorridos por todo el campus,

observación directa de los componentes del ecosistema, la identificación y registro de impactos, la clasificación de plantas y animales y la aplicación de entrevistas no estructuradas a profesores mayores de 60 años) fue útil para conocer y analizar los procesos de cambio de uso del suelo e identificar las condiciones actuales del paisaje del Cerro de Coatepec. El sustento normativo tiene soporte en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y en el Plan Rector de Desarrollo Institucional (PRDI) 2013 – 2017 de la Universidad Autónoma del Estado de México (2013).

En el Plan Rector de Desarrollo Institucional (PRDI) 2013 – 2017 (UAEMéx), se expone que el gobierno universitario debe cumplir y hacer cumplir la legislación universitaria, esto incluye salvaguardar la seguridad personal y patrimonial de los integrantes de la Universidad en un marco caracterizado por la sensibilidad, el diálogo, el fortalecimiento de la identidad institucional, el fomento y la práctica de estilos de vida saludable, la activación física, el compromiso permanente con el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable; además, debe promover la cultura y los valores democráticos en los miembros de la comunidad universitaria.

Los espacios geográficos en donde están ubicadas algunas universidades son lugares importantes para realizar investigaciones ya que contienen amplia diversidad de componentes que en interacción conforman ambientes peculiares para actividades educativas, culturales, deportivas, de investigación y difusión y, por supuesto, para promover la preservación de especies vegetales y animales.

En México, las investigaciones en el contexto de los espacios universitarios no son numerosas, sin embargo, recientemente existe interés por parte de profesores e investigadores para integrar y ejecutar proyectos, planes o programas que coadyuven al mejoramiento de las condiciones ambientales de las universidades (Juan *et al.*, 2016; Juárez *et al.*, 2016). El éxito de una universidad de calidad requiere de un ambiente de trabajo, también de calidad. Moreno (2012) refiere que el cuidado del ambiente, la prevención de riesgos y la salud de los universitarios debe ser objeto de una atención creciente por parte de las universidades, junto a la docencia e investigación, razón de ser fundamental de las mismas. El autor menciona que en las universidades se deben realizar acciones para proteger la integridad y la salud de su personal, afirma que el éxito de una universidad de calidad necesita un entorno de trabajo de calidad y que en sus planes de desarrollo institucional sean incluidos aspectos de prevención de todo tipo de riesgos, el respeto por el medio ambiente y el enriquecimiento personal y social de sus miembros.

La actuación presente y futura en la universidad debe dirigirse a preservar los derechos fundamentales de los estudiantes, profesores y empleados administrativos y trabajadores: derecho a la vida, derecho a la integridad física y derecho a la salud.

La pérdida parcial o total de alguno de estos derechos significa poca atención en la gestión universitaria. Algunas de las obligaciones de la universidad es la limpieza y mantenimiento de las edificaciones, mejoramiento de las condiciones ambientales, proporcionar iluminación adecuada en los espacios de trabajo y estudio, proporcionar servicios higiénicos, adecuar áreas para el descanso y trabajo al aire libre, establecer señalamientos de seguridad, aplicar medidas de emergencia, cuidar la salud de los universitarios y prevención de riesgos e impactos en el paisaje (Moreno, 2012).

Actualmente, las universidades, unas con mayor éxito y otras en menor medida, están haciendo un esfuerzo importante, con actuaciones muy diversas, para cumplir sus obligaciones y compromisos, pero en conjunto todavía tienen un largo camino por recorrer (Moreno, 2012), por ejemplo, algunas no disponen de suficientes recursos económicos, otras no tienen espacios suficientes y adecuados para el desarrollo óptimo de la docencia, investigación, difusión, esparcimiento y actividades deportivas.

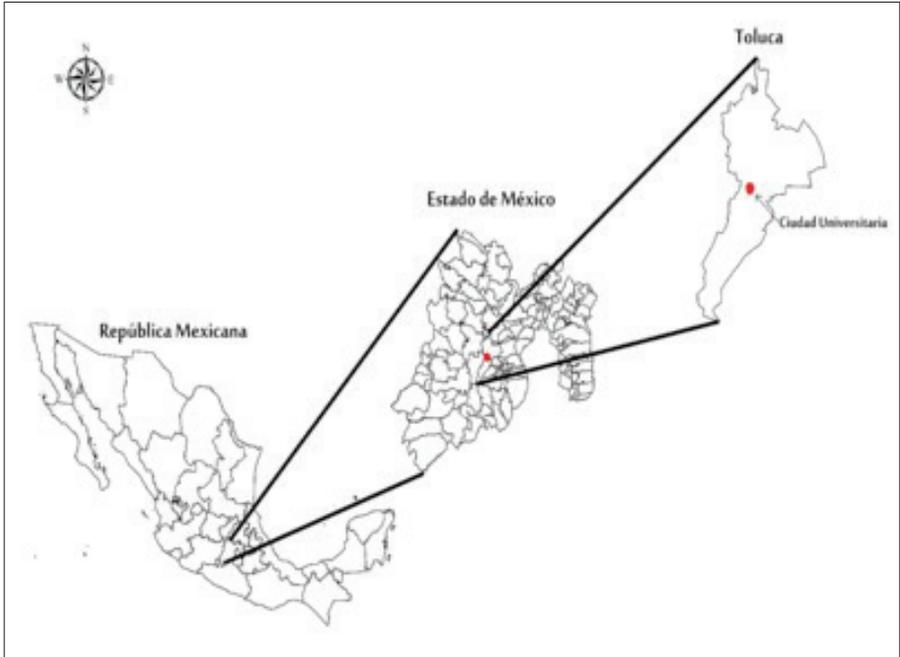
Desde una dimensión académica, el desarrollo de la investigación en el Cerro de Coatepec se fundamenta en lo siguiente: a) en este espacio geográfico está ubicado el Campus Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma del Estado de México, b) este campus concentra el mayor número de universitarios, c) sus condiciones ambientales y ecológicas no han sido investigadas, d) las instituciones de educación superior y centros de investigación se caracterizan por realizar investigaciones hacia el exterior y con beneficios directos e indirectos hacia la sociedad en general, pero escasamente en el contexto de su propio entorno.

El Cerro de Coatepec, es una porción del Municipio de Toluca que ha manifestado procesos de cambio de uso del suelo desde el año 1962, asociados con servicios educativos, investigación, deporte y cultura, por lo que es importante conocer y analizar la situación de sus componentes, los impactos provocados y los beneficios que brinda a los universitarios, esto con la finalidad de reivindicar la potencialidad de estos espacios para la generación y difusión de conocimientos.

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA

El Cerro de Coatepec en donde está ubicada una parte de la infraestructura, facultades, escuelas, centros culturales, museos y bibliotecas, centros e institutos de investigación, instalaciones deportivas, así como espacios administrativos y de servicios de la Universidad Autónoma del Estado de México, denominada “*Ciudad Universitaria*” se localiza en la porción Noroeste de la Ciudad de Toluca, Estado de México. Geográficamente, está ubicado en las coordenadas: 19° 17' 17" latitud Norte y 99° 40' 41" longitud Oeste (figura No. 1). La altitud es variable, pero en promedio tiene 2 715 metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Figura 1.**  
**Ubicación del Campus Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec,**  
**Municipio de Toluca, Estado de México**



José Isabel Juan Pérez

Fuente: Elaboración propia

El Cerro de Coatepec tiene una superficie de 367.650 m<sup>2</sup> aproximadamente. Antes del establecimiento de la infraestructura y servicios para la Ciudad Universitaria (año de 1962), este espacio geográfico no formaba parte de la infraestructura urbana de la Ciudad de Toluca, era un ambiente natural del sistema denominado Sierra Morelos. Sus límites son los siguientes: en la porción Norte y dentro del contexto urbano de la Ciudad de Toluca, tiene límites con la Vialidad Paseo Tollocan y la Vialidad Adolfo López Mateos. Desde el punto de vista geomorfológico, uno de los límites importantes en la porción norte, es el Cerro de la Teresona. En la porción sur, el Cerro de Coatepec limita con la Calle Paseo Universidad. En la parte oriental, su límite inmediato es la Calle Vicente Guerrero. Hacia el Poniente, los límites inmediatos son la Vialidad Paseo Tollocan. En la figura No. 2, el polígono marcado con color amarillo, representa el área que ocupa el Campus Ciudad Universitaria.

**Figura 2.**

**Límites geográficos y ambientes adyacentes del Cerro de Coatepec en el contexto de la Ciudad de Toluca, Estado de México**



Fuente: Imagen obtenida de la plataforma de Google Earth. 8 de junio, 2015.

**Componentes físicos**

El Cerro de Coatepec forma parte del sistema Sierra Morelos, conformado desde el punto de vista geológico por lavas andesíticas y dasíticas y algunos horizontes piroclásticos. Su origen corresponde al periodo Terciario Superior y está vinculado con la actividad volcánica de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico (Gobierno del Estado de México, 1995). Los afloramientos rocosos son notorios y se relacionan con las siguientes unidades geológicas: a) rocas ígneas y, b) material coluvial – aluvial. En el caso de las primeras, estas se caracterizan por estar constituidas de brechas volcánicas, principalmente en la porción norte. Las rocas andesitas predominan en la porción central. El material coluvial – aluvial está presente en las porciones bajas y planas.

Con base en los estudios realizados por Vences (2007), y observaciones realizadas directamente en el Cerro de Coatepec, este presenta un relieve heterogéneo, caracterizado por pendientes que tienen un rango entre 6° y 40°, en la porción oriental el relieve peculiar en los afloramientos rocosos tiene 75°. Está conformado por laderas convexas, laderas rectilíneas, laderas cóncavas y material aluvial.

El clima es el estado medio de las condiciones atmosféricas: temperatura, presión, humedad y nubosidad, entre otros, que suceden a través de un número de años determinados. Conde (2006) define al clima como las condiciones promedio del sistema climático, en el cual interaccionan la atmósfera, los océanos, las cubiertas de hielo, nieve, los continentes, la vegetación y la radicación solar. El clima en el Cerro de Coatepec es C (w2)(w)b(i)g, este se caracteriza por ser templado, subhúmedo, la temperatura del mes más frío oscila entre 12.1 °C y 18.2 °C, la temperatura media del mes más cálido es inferior a 22.3 °C. La máxima precipitación registrada ocurre entre junio y septiembre, con lluvias en promedio de 203.8 mm, la mínima anual es de 630.2 mm y la máxima de 920.8 mm. Estos datos corresponden al periodo 1960 – 2007 y con base en estudios realizados por Juan *et al* (2010).

### **Procesos de ocupación de uso del suelo**

El suelo predominante es Feozem, se caracteriza por presentar textura fina, color castaño obscuro, presencia de material orgánico, con porosidad y capacidad para almacenamiento de agua y retención de humedad (Vences, 2007 y Juan *et al.*, 2016).

La ocupación del uso del suelo en el Cerro de Coatepec es diversa, pero la mayor cobertura corresponde a la categoría de uso urbano (infraestructura vial y edificaciones) y, en menor proporción, está la categoría de uso forestal (incluye plantas ornamentales).

El uso original del suelo antes del establecimiento de la infraestructura de la Ciudad Universitaria era forestal, sin embargo, con la construcción de edificaciones, los espacios que conforman el Cerro de Coatepec han sido sujetos a procesos paulatinos de cambio de uso del suelo. A partir del año 1962, el espacio geográfico manifestó impactos y cambios, afectando a la vegetación propia de este ambiente, sin embargo, en los ambientes naturales (libres de construcción) aún existen especies vegetales propias del Altiplano Central de México, por ejemplo: tepozán (*Buddleia cordata*), capulín (*Prunus serótina*), tejocote (*Crataegus mexicana*), cempasúchil (*Tagetes erecta*), nopal (*Opuntia sp.*) y maguey (*Agave americana*).

El cambio de uso del suelo y por consiguiente del paisaje aún continúa (2016), ya que están construyéndose edificaciones para atender las demandas del creciente número de estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo, pero, es

importante exponer que la mayor parte de las edificaciones están construidas sobre sustratos rocosos inestables con pendientes mayores a 6°, factor que representa un riesgo para los universitarios.

En el Cerro de Coatepec no existen elementos hidrológicos relevantes, sin embargo, durante la época de lluvias, son frecuentes los escurrimientos. En los ambientes de mayor altura, ocurren infiltraciones que emanan en los afloramientos rocosos inferiores. Desafortunadamente, tanto el agua que circula superficialmente, como la que emana en los afloramientos rocosos, no es aprovechada, situación que provoca inundaciones en las porciones bajas.

### Componentes biológicos

Los componentes biológicos en el Cerro de Coatepec están asociados con la diversidad de plantas, animales silvestres y ambientes propios del Altiplano Central de México. Aunque, es un espacio geográfico en donde la mayor parte de las plantas nativas han sido sustituidas por otras, aún existen plantas nativas. En las áreas libres de construcción, existe amplia diversidad de plantas introducidas con fines ornamentales, por lo que, estas áreas son importantes para la conservación *ex situ* de la diversidad vegetal. En esta investigación, la descripción de las plantas existentes en el Cerro de Coatepec es muy general y solamente se mencionan las más predominantes. El cuadro 1 contiene el nombre común, nombre científico y forma biológica de 107 plantas. En el ecosistema predominan las angiospermas (producen flores y sus semillas están protegidas), gimnospermas (las semillas no están protegidas) y helechos (pteridofitas).

Los helechos tienen características peculiares, son plantas perennes, no poseen flores ni semillas, el mecanismo de dispersión es por esporas, requieren humedad para su reproducción, por lo que, prosperan en ambientes húmedos y con sombra. Por la presencia de humedad, sombra y afloramientos rocosos en el Cerro de Coatepec, fueron observadas varias especies de helechos en el suelo, en las rocas (helechos rupícolas) y sobre otras plantas (helechos epífitos). Otros organismos que complementan la diversidad del ecosistema son hongos, líquenes, musgos y micorrizas.

Por las condiciones de confinamiento en las que se encuentra el campus universitario, algunas especies vegetales y animales propias del ecosistema requieren protección especial para el cuidado de su hábitat. En México la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM – 059 – SEMARNAT - 2010, Protección Ambiental - Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio de Lista de Especies en Riesgo (DOF, 2010),

tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas o morales. Con base en estas consideraciones, en los ambientes más conservados del cerro existen tres especies vegetales y una especie animal incluidas en esta Norma Oficial Mexicana.

- a) Bromelias (*Bromeliaceae sp.*). Especie sujeta a protección especial (Pr).
- b) Heno (*Tillandsia sp.*). Especie amenazada (A).
- c) Árbol de las manitas (*Chiranthodendron pentadactylon*).  
Especie arbórea amenazada (A).
- d) Lagartija Cornuda de Montaña (*Phrynosoma orbiculare*).  
Especie amenazada (A).

## **LAS ÁREAS VERDES DEL CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA**

La vegetación urbana es el elemento que caracteriza y da nombre a las áreas verdes en la ciudad y permite que el espacio construido y la sociedad se integren con la naturaleza a través del jardín y el parque para constituir el paisaje de la ciudad, un paisaje urbano al que la sociedad y su cultura le dan carácter. Las áreas verdes son espacios compuestos con vegetación, sobre todo, pastos, árboles y algunos arbustos (Meza y Moncada, 2010). La Comisión Nacional de Medio Ambiente (2002) de la República de Chile, define al área verde como los espacios urbanos, o de periferia a estos, ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno.

De acuerdo a las condiciones en las que se encuentran las áreas verdes del Cerro de Coatepec y sus componentes, este puede ser considerado como un bosque urbano. El concepto de bosque urbano hace referencia al conjunto de recursos naturales: agua, suelo, clima, paisajes, plantas y organismos asociados, que se desarrollan relacionados con los asentamientos humanos, creciendo cerca de edificios, en jardines públicos y privados, en parques urbanos, en lotes baldíos, cementerios, así como en áreas agrícolas, forestales y naturales, localizados en el área urbana y periurbana. Este concepto amplía la perspectiva del importante y diverso papel que posee la vegetación de las áreas verdes para aminorar los impactos de la urbanización sobre los ecosistemas regionales y el mejoramiento de la calidad ambiental de las

ciudades, las cuales, constituyen actualmente el hábitat humano dominante en el planeta (Meza y Moncada, 2010).

La diversidad vegetal en el Cerro de Coatepec está determinada por los siguientes factores: a) algunos árboles son relictos de la vegetación original, b) reforestaciones con especies traídas de otros ambientes, c) introducción de plantas arbustivas y herbáceas por motivos socioculturales (preferencias personales de los empleados administrativos), d) introducción de plantas para fines ornamentales, e) vegetación espontánea que prospera en espacios con escasez de suelo, y, f) vegetación arvense. El tepozán (*Buddleja cordata*) es una especie nativa e importante en el ecosistema, la mariposa *Chlosyne ehrenbergii* (endémica) se alimenta de su follaje, por lo que, se debe promover su protección.

**Cuadro No. 1.**

**Especies vegetales existentes en el Campus Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec, Universidad Autónoma del Estado de México. 2015**

Nombre Común	Nombre Científico
1. Agapando	<i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns
2. Agave amarillo	<i>Agave americana</i> var. <i>marginata</i> Trel.
3. Ahuehuete	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.
4. Alamillo, chopo americano.	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall
5. Álamo	<i>Populus nigra</i> L.
6. Álamo plateado	<i>Populus alba</i> L.
7. Araucaria.	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.) R. Br
8. Árbol de las manitas	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>
9. Azucena, Josefina tsitsiki	<i>Crinum bulbispermum</i> (Burm. f.) Milne-Red. & Schweick
10. Bromelia	<i>Bromeliaceae</i> sp.
11. Campanola	<i>Ipomea</i> sp.
12. Capulín	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth.
13. Carretilla	<i>Medicago polymorpha</i> L.
14. Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.

15. Cedro de Arizona	<i>Cupressus arizonica</i> Greene
16. Cedro blanco	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.
17. Cedro limón	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon.
18. Cempasuchitl	<i>Tagetes erecta</i> L.
19. Escobillón	<i>Callistemon citrinus</i> L.
20. Chicalota	<i>Argemone mexicana</i> L.
21. Chisme	<i>Portulaca pilosa</i> L.
22. Ciprés común	<i>Cupressus sempervirens</i> L.
23. Ciprés italiano	<i>Cupressus sempervirens</i> L.
24. Ciruelo rojo	<i>Prunus cerasifera</i> L.
25. Ciruelo verde	<i>Prunus cerasifera</i> L.
26. Clivia	<i>Clivia miniata</i> Regel.
27. Colorín	<i>Erythrina leptorhiza</i> DC
28. Copa de oro	<i>Allamanda cathartica</i> L.
29. Costilla de Adán.	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm
30. Culantrillo helecho	<i>Adiantum</i> sp.
31. Dalia	<i>Dahlia</i> sp.
32. Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i> G. H. Weber ex Wigg
33. Dólar	<i>Eucalyptus cinerea</i> F.V. Muell ex benth
34. Dormilona	<i>Mimosa pudica</i> L.
35. Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes
36. Echeveria (rosa de alabastro)	<i>Echeveria</i> sp.
37. Encino	<i>Quercus</i> sp.
38. Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.
39. Estoquillo, espadín	<i>Agave striata</i> Zucc
40. Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh
41. Flor de liz	<i>Iris germánica</i> L.
42. Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.
43. Fresno	<i>Fraxinus</i> sp.

44. Geranio	<i>Geranium seemannii</i> Peyr
45. Roble australiano	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn
46. Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
47. Helecho Boston	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott
48. Heno	<i>Tillandsia</i> sp.
49. Hierba de pollo o Platanillo	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schtdl
50. Higuera	<i>Ficus carica</i> L.
51. Iresine	<i>Iresine herbstii</i> Hook
52. Jarilla	<i>Senecio</i> sp.
53. Kalanchoe	<i>Sedum</i> sp.
54. Laurel de la India	<i>Ficus retusa</i> L.
55. Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i> L.
56. Lechuguilla común	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
57. Lengua de vaca	<i>Rumex</i> sp.
58. Lengua de víbora, espada de san Jorge.	<i>Sansevieria</i> sp.
59. Limón	<i>Citrus x limon</i>
60. Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i> Linn
61. Lirio persa	<i>Iris japonica</i> Thunb.
62. Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i> L.
63. Maguey (pulquero)	<i>Agave americana</i> L.
64. Maguey azul	<i>Agave tequilana</i> F. A. C. Weber
65. Manzana	<i>Malus domestica</i> L. Borkh
66. Maravilla	<i>Mirabilis jalapa</i> L.
67. Mayitos	<i>Zephyranthes</i> sp.
68. Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i> Miller
69. Mirasol	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.
70. Mirto	<i>Myrtus communis</i> L.
71. Moral	<i>Morus nigra</i> L.
72. Musgo	<i>Thamniopsis</i> sp.

73. Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.
74. Nogal	<i>Juglans regia</i> L.
75. Palma de sagú.	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.
76. Pasto liriopie	<i>Liriope</i> sp.
77. Pata de pollo	<i>Commelina</i> sp.
78. Pera	<i>Pyrus communis</i> L.
79. Piracanto	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.
80. Pino	<i>Pinus</i> sp.
81. Pino blanco	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl
82. Pino moctezumae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb
83. Pipili	<i>Drymaria</i> sp.
84. Pirú	<i>Schinus molle</i> L.
85. Pitayo de aguas	<i>Stenocereus</i> sp.
86. Pitósporo del Japón	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton
87. Plumbago	<i>Plumbago auriculata</i> L.
88. Rosal	<i>Rosa</i> sp.
89. Sábila.	<i>Aloe barbadensis</i> Mill.
90. Sábila.	<i>Aloe arborescens</i> Mill.
91. Salix	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
92. Salvia	<i>Salvia officinalis</i> L.
93. Sauce	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
94. Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i> L.
95. Siempre viva	<i>Sedum</i> sp.
96. Sotol, junquillo.	<i>Dasyilirion longissimum</i> Lem.
97. Tejocote	<i>Crataegus pubescens</i> (Kunth) Steud
98. Tepozán	<i>Buddleja cordata</i> Kunth
99. Tuya	<i>Thuja occidentalis</i> L.
100. Tomatillo	<i>Physalis</i> sp.
101. Trébol	<i>Trifolium</i> sp.
102. Trueno	<i>Ligustrum vulgare</i> L.

103. Trueno de venus	<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth.
104. Xocoyol	<i>Oxalis divergens</i> Benth. & Lindl
105. Yuca	<i>Yucca</i> sp.
106. Yuca de pie de elefante, yuca fina	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.
107. Zacate de las pampas.	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult & Schult. f.) Asch. & Graebn.

Fuente: Identificación realizada por asesores y consultores del Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A. C. 2015. Trabajo de campo 2015.

En el Cerro de Coatepec existen áreas ocupadas exclusivamente con especies arbóreas, es notoria la ausencia de hierbas y arbustos, situación que influye en los procesos erosivos y afectación al paisaje. Al asociar esta condición con lo expuesto por la Comisión Nacional de Medio Ambiente de la República de Chile (2002) y Meza y Moncada (2010), entonces, los espacios que contienen exclusivamente árboles, no deben ser considerados como áreas verdes.

### 3. EL CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA: ECOSISTEMA URBANO.

La vegetación existente en las zonas urbanas desempeña amplia diversidad de funciones (Gómez, 2005; Priego, 2011; Suárez, 2014). En el Cerro de Coatepec, la vegetación existente corresponde a distintos ambientes, sin embargo, por sus condiciones de confinamiento entre espacios urbanos, con fragmentación del hábitat, presencia de residuos sólidos, procesos erosivos, remoción en masa y deslaves, hace que estos grupos vegetales sean vulnerables y frágiles.

Con base en las condiciones actuales de los ambientes del Cerro de Coatepec, se puede señalar que tanto la vegetación nativa como la introducida le confieren cualidades de un ecosistema urbano. Hay árboles de eucalipto, fresno, cedro, tepozán y pastizales, y se convierten en ambientes propicios para anidación, refugio, descanso y alimentación de animales silvestres. También este ecosistema favorece o soporta la conservación de especies vegetales, la existencia de especies animales y fomenta la continuidad de los procesos ecológicos, sin embargo, y en contraparte se transforma como limitante por estar confinado entre edificaciones y estar sujeto a fuertes presiones demográficas y urbanas, lo cual se traduce en un impacto en la fragmentación del hábitat, y así se puede revisar en la literatura (Juan *et al.*, 2016).

El cerro está confinado a una geofорма peculiar, caracterizada por la modificación de las condiciones topográficas y geológicas, suelos con procesos

erosivos, vegetación perturbada y presencia de altas edificaciones que han provocado impactos ambientales a los componentes naturales del ecosistema y al paisaje (Peñaloza, 2005 y Juan *et al.*, 2016). Por esta razón, es urgente promover acciones que propicien la conectividad ecológica y el rescate del paisaje, esto como estrategia para mantener en condiciones adecuadas el ambiente y fomentar en primer lugar la diversidad de especies emplazadas o grupos de especies amenazadas, por ejemplo, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Tillandsia sp.*, y *Bromeliacea sp.*, y por consiguiente el bienestar humano, entendido este como el estado en que los individuos tienen la capacidad y la posibilidad de llevar una vida con motivos para valorar, implica tener seguridad personal y ambiental, acceso a bienes materiales para llevar una vida digna, buena salud y buenas relaciones sociales (Sen, 2010).

Las campañas de reforestación y las condiciones topográficas del Cerro de Coatepec, han favorecido la existencia de espacios ocupados con bosques (cobertura forestal) en asociación con un número reducido de especies propias del ecosistema, por ejemplo, tejocotes (*Crataegus mexicana*), tepozanes (*Buddleia cordata*), capulines (*Prunus serótina*), nopales (*Opuntia sp.*) y magueyes (*Agave americana*).

La Ciudad de Toluca como ecosistema urbano, contiene seres vivos interactuando con componentes físicos expuestos a transformaciones provocadas por las actividades humanas. Un nuevo paradigma sobre la ecología urbana ha emergido al analizar en el marco urbano los patrones y procesos de los ecosistemas modulados por fenómenos biogeofísicos, y los patrones de actividades humanas conducidas por fenómenos socioeconómicos (Suárez, 2014). La ciudad como ecosistema está conformada por múltiples componentes, los más relevantes son: la *sociedad humana*, los *animales domésticos* (perros, gatos, palomas) los *animales silvestres* (insectos, aves, pequeños mamíferos) y la *infraestructura física*.

La ciudad, al funcionar y crear orden en su interior, procesa mucha energía que tiene que disipar en forma de energía de baja calidad que al salir del sistema cuyo orden ha incrementado, incrementa también el desorden del medio exterior. Una ciudad genera continuamente energía degradada a su medio externo, disipándola en forma de calor no aprovechable para realizar trabajo, es decir, la ciudad, desde el punto de vista de la Ecología, es una estructura disipativa que incrementa su orden interno a costa de generar desorden en su medio exterior (Suárez, 2014).

Las ciudades son espacios materiales cuyas características resultan de las condiciones de los entornos geográficos sobre los que se asientan y de la interacción de los agentes sociales, fuerzas económicas y componentes culturales y políticos que intervienen en su producción (Zárate y Rubio, 2016). Las ciudades son percibidas a través de su paisaje urbano (Priego, 2011).

La ciudad como ecosistema urbano genera sus propias condiciones ambientales, ecológicas, lumínicas, geomorfológicas, hidrológicas, y otras, para su funcionamiento, pues independientemente de los recursos que proporciona la naturaleza, el ecosistema urbano requiere materia y energía de fuentes externas (Gómez, 2005; Priego, 2011, Suárez, 2014; Zárata y Rubio, 2016). En el ecosistema urbano, generalmente, ocurren alteraciones al ambiente, por ejemplo, se requiere energía eléctrica para la iluminación, también es importante el uso de combustibles para el funcionamiento de los automóviles, actividades que generan calor y afectan el bienestar de las personas.

Otros impactos que se generan en los ecosistemas urbanos, están vinculados con el suministro de materiales para el funcionamiento de algunos de sus componentes, por ejemplo, las superficies asfaltadas modifican los escurrimientos, obstaculizan la infiltración del agua y la recarga de los acuíferos, disminuyen la porosidad y compactan el suelo, incrementan la temperatura y el albedo. El sistema de drenaje y alcantarillado disminuye la evapotranspiración del suelo y de las plantas, alterando significativamente el ciclo geohidrológico (Zárata y Rubio, 2016; Juan *et al.*, 2016).

El Cerro de Coatepec es un componente de la Ciudad de Toluca (ecosistema urbano), está conformado por amplia diversidad de elementos físicos, biológicos y socioculturales. Las condiciones edafológicas, geomorfológicas, geológicas, climáticas, energía solar, escurrimientos superficiales y humedad, representan los elementos físicos y favorecen la existencia y continuidad de los procesos ecológicos.

Los componentes biológicos están constituidos por plantas (cuadro 1) y animales silvestres (cuadro No. 2, y cuadro No. 3), complementándose con otros organismos del reino *fungi*, musgos y líquenes. Otros elementos biológicos existentes en este ecosistema son animales domésticos (perros, gatos, ratas y palomas), cuyo hábitat son los patios, los estacionamientos, las áreas arboladas, las áreas verdes y los ambientes naturales del Cerro de Coatepec.

**Cuadro No. 2.****Especies de animales vertebrados existentes en el Campus Ciudad Universitaria, Cerro de Coatepec. 2015**

Nombre común	Nombre científico
Conejo del monte	<i>Sylvilagus cunicularius</i>
Ratón de campo	<i>Peromyscus melanotis</i>
Lagartija	<i>Sceloporus Gramicus microlepidotus</i>
Rana verde	<i>Hyla eximia</i>
Camaleón	<i>Phrynosoma sp</i>
Lagartija cornuda de montaña	<i>Phrynosoma orbiculare</i>
Culebra de agua	<i>Thamnophis eques</i>
Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>
Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>
Tuza	<i>Cratogeomys merriami</i>
Víbora de cascabel	<i>Crotalus sp</i>
Junco ojilumbre mexicano	<i>Junco pheanotus</i>
Tórtola colilarga	<i>Columbina inca</i>
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiática</i>
Halcón cernícalo	<i>Falco sparverius</i>
Clarín jilguero	<i>Myadestes obscurus</i>
Capulinerio gris	<i>Ptilogonys cinereus</i>
Tordo	<i>Molothrus bonariensis</i>
Calandria	<i>Icterus gularis</i>
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>
Colibrí	<i>Selasphorus sasin</i>
Golondrina	<i>Tachycineta bicolor</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Azulejo	<i>Cyanocitta stetteri azteca</i>

Fuente: Identificación realizada por asesores y consultores del Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A. C. 2015.

**Cuadro No. 3.**  
**Especies de animales invertebrados existentes**  
**en el Cerro de Coatepec. 2015**

Nombre común	Nombre científico
Abeja	<i>Apis mellifera</i>
Avispa	<i>Fam. eurytomidae</i>
Catarina	<i>Zygogramma y Epilachna</i>
Chapulín	<i>Sphenarium</i>
Grillo campestre	<i>Gryllus campestris</i>
Libélula	<i>Gomphus Vulgatissimus</i>
Milpiés	<i>Spirobolus sp</i>
Mosca	<i>Stomoxys calcitrans</i>
Mosquito	<i>Culex spp</i>
Escarabajo	<i>Nicrophorus americanus</i>
Ciempíes	<i>Escolopendras</i>
Hormiga	<i>Liometopum apiculatum M.</i>

Fuente: Identificación realizada por asesores y consultores del Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México, A. C. 2015.

Los componentes socioculturales del ecosistema están representados principalmente por los universitarios (estudiantes, profesores, investigadores, empleados administrativos y por supuesto los visitantes). En 2015 el total de universitarios en el campus fue de 16 548, compartiendo una superficie de 367.650 m<sup>2</sup>. Como complemento a estos componentes, existen edificaciones acondicionadas con infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica, de drenaje y alcantarillado, de comunicación (telefonía y servicio de internet), vialidades internas y de acceso, patios, estacionamientos, cercos perimetrales, andadores, aceras, puntos de control de seguridad, espacios destinados al almacenamiento temporal de los residuos sólidos y vehículos de combustión interna.

Los límites del campus universitario corresponden con los límites naturales del Cerro de Coatepec. Un elemento biológico importante que delimita al ecosistema son

árboles y arbustos, los cuales están plantados en las aceras limítrofes entre Ciudad Universitaria y la infraestructura vial de la ciudad. Los árboles han sido colocados en hileras y aproximadamente a una distancia de tres metros, entre cada uno. Los arbustos han sido plantados en forma de seto.

Al estudiar al Cerro de Coatepec como ecosistema urbano (Gómez, 2005; Priego, 2011, Suárez, 2014; Zárate y Rubio, 2016), este se encuentra condicionado por los siguientes procesos: 1°) la transformación de la energía está determinada por las Leyes de la Termodinámica, 2°) la energía entra al ecosistema por medio de la fotosíntesis que realizan las plantas, y al mismo tiempo, alimenta los procesos del ecosistema, 3°) todos los componentes del ecosistema reciben la radiación solar como principal fuente de energía para el proceso fotosintético de las plantas, 4°) el agua procedente de la precipitación pluvial es importante para el crecimiento y desarrollo de todas las plantas, 5°) existen productores de alimentos (plantas), 6°) presencia de consumidores (animales silvestres), 7°) hay organismos descomponedores, 8°) el flujo de energía entre organismos favorece las cadenas tróficas, 9°) existen animales silvestres, cuyo hábitat y nicho ecológico están vinculados con las plantas, y 10°) existen relaciones directas e indirectas entre los componentes del ecosistema.

El ecosistema complementa su estructura y funcionamiento con otros componentes que han sido incorporados: vegetales ornamentales; animales domésticos; el agua para el funcionamiento de las edificaciones; gases y energía calórica generados por los automóviles; energía en forma de calor por el funcionamiento del equipo de cómputo y audiovisual; materia orgánica y nutrientes procedentes de la aplicación de fertilizantes y abonos; energía mecánica por las actividades que realizan los universitarios; residuos sólidos orgánicos e inorgánicos; ruidos y vibraciones.

Estudios recientes de Ecología Urbana (Gómez, 2005; Priego, 2011; Suárez-Inclán, 2014; Zárate y Rubio, 2016) demuestran que, a pesar de las condiciones en las que funcionan las ciudades, sus componentes desempeñan funciones vitales. La importancia y funciones están relacionadas con los procesos que generan recursos útiles al mismo ecosistema y para las personas, por ejemplo polinización de las plantas nativas, conservación de la biodiversidad, hábitat para los animales silvestres y generación de oxígeno. Las áreas verdes en las ciudades proveen servicios y desempeñan funciones importantes, por ejemplo:

- modera las variaciones climáticas y los impactos que estas ocasionan.
- dispersa semillas en los ambientes naturales, áreas verdes y áreas arboladas.
- es refugio y hábitat para las especies animales confinadas al ecosistema.
- es refugio de aves procedentes de climas cálidos.
- favorecen la infiltración del agua de lluvia.

- coadyuva a la recarga de los mantos acuíferos.
- protege de la incidencia de los rayos ultravioleta.
- fomenta la continuidad de los ciclos biogeoquímicos y movilidad de los nutrientes.
- mitiga los procesos erosivos y conserva el suelo.
- conserva la biodiversidad de la región.
- incrementa la oxigenación durante el día.
- mitiga los impactos de los contaminantes atmosféricos.
- favorece la existencia de aves e insectos para la polinización de las plantas.
- mitiga el impacto de los ruidos y las vibraciones.
- tiene potencialidad para investigaciones ambientales y ecológicas.
- puede fomentarse la educación ambiental y la cultura ecológica.
- representa un elemento paisajístico para la Ciudad de Toluca.
- tiene potencialidad para fomentar algunas artes plásticas y la fotografía.
- representa un valor educativo para la enseñanza de temas geográficos y ecológicos.
- es un elemento importante para practicar algunos deportes.
- tiene importancia para el esparcimiento y la convivencia de los universitarios.
- la cima es un punto estratégico para la observación del Valle de Toluca.

#### **4. ALTERACIONES Y CAMBIOS EN EL ECOSISTEMA Y EL PAISAJE**

El estudio del paisaje es un instrumento de dinamización y de mejora de la calidad del territorio y una herramienta útil para orientar los futuros desarrollos urbanísticos y territoriales, preservando la identidad de cada lugar y contribuyendo a la funcionalidad de la infraestructura verde del territorio. Los estudios del paisaje establecen criterios para zonificar el suelo no urbanizable y para la catalogación y conservación de los elementos estructurales del territorio que definen en mayor medida el carácter de un paisaje, otorgándole una identidad singular y diferenciada. El paisaje es una construcción social y cultural, siempre anclada en un substrato material físico (Muñoz, 2012).

Diversos investigadores han estudiado el paisaje (Milton, 2000; Gómez 2004; Nogué, 2010; Muñoz, 2012; Zárate y Rubio, 2016), pero todos coinciden en que este es una construcción social y está conformado por elementos en constante interacción. La Convención Europea sobre el Paisaje, señala que los Estados Miembros del Consejo de Europa reconocen que el paisaje es un elemento importante de la calidad de vida de las poblaciones, tanto en los medios urbanos como rurales, en los territorios degradados como en los de gran calidad, en los espacios singulares

como en los cotidianos; estiman que el paisaje participa de manera importante en el interés general, en el aspecto cultural, ecológico, ambiental y social, y que constituye un recurso favorable para la actividad económica, con cuya protección, gestión y ordenación adecuadas se puede contribuir a la creación de empleo (Gómez, 2004).

Nogué (2007, 2009, 2010) expresa que el paisaje es una realidad física y la representación que culturalmente nos hacemos de ella, la fisionomía externa y visible de una determinada porción de la superficie terrestre y la percepción individual y social que genera. Es un tangible geográfico y su interpretación intangible. Es al mismo tiempo significativo y significado, el continente y el contenido, la realidad y la ficción. El paisaje es resultado de una transformación colectiva de la naturaleza, es un producto social y cultural. Los paisajes reflejan una determinada forma de organizar y experimentar el territorio y se construyen socialmente en el marco de complejas y cambiantes relaciones. Las miradas sobre el paisaje son diversas y en ocasiones opuestas. En realidad solo vemos los paisajes que deseamos ver, es decir aquellos que no cuestionan nuestra idea de paisaje construida socialmente, producto, a su vez, de una determinada forma de aprehensión y apropiación del espacio geográfico. Nogué expone que el paisaje es un complejo cuya organización y dinámica se fundamenta en interrelaciones de carácter social y cultural, solo existe en relación al ser humano, en la medida en que este lo percibe y se apropia de él.

La forma, la línea, el color, la textura, la escala, la escena, la posición espacial o situación geográfica y el fondo, son aspectos importantes del paisaje. En el paisaje natural, la vegetación es una creadora de textura a través de sus formas, variedad de tonalidades y, sobre todo de su densidad y disposición espacial o regularidad. Conseguir un paisaje de calidad es un objetivo consustancial al tratamiento de recuperación de cualquier espacio degradado. La mayor parte de los paisajes tienen contenido cultural, en ocasiones el declive de actividades tradicionales trae aparejado el deterioro del paisaje. En la actualidad la actividad humana, con su enorme capacidad transformadora, manifiesta una fuerte tendencia a la agresión, a degradar aquello sobre lo que interviene, con una intensidad dependiente del valor preexistente y de la energía de la acción (Gómez, 2004).

El espacio geográfico del Cerro de Coatepec es un paisaje urbano, producto de la construcción social y cultural. Como lo señalan Zárata y Rubio (2016), el entorno geográfico influye en el paisaje urbano a través de las características del emplazamiento y del factor de situación, y actúa como condicionante de la expansión urbana a lo largo del tiempo. Los elementos del paisaje urbano, el plano, la edificación y los usos del suelo, están sometidos a un constante cambio, aunque cada uno de ellos evoluciona a un ritmo diferente por razones concretas. El paisaje urbano no está

terminado nunca, por el contrario, el paisaje de las ciudades constantemente se está haciendo y deshaciendo.

En el caso de un ecosistema, los cambios ocurren en su estructura y funcionamiento (Smith y Smith, 2007). Desde luego, estos cambios pueden ser provocados por factores naturales o inducidos por la sociedad. El incremento del número de personas en el Campus Universitario (ecosistema urbano) influye en el incremento del consumo de energía (mayor número de equipo de cómputo), de agua potable (limpieza de los servicios sanitarios) y se generan mayores volúmenes de residuos sólidos (consumo de alimentos).

El cambio más notable en el ecosistema urbano del Campus Universitario es la disminución de la cobertura vegetal por el establecimiento de edificaciones destinadas a los procesos educativos, de investigación y difusión (Juan *et al.*, 2016). Solamente la porción poniente del ecosistema (afloramientos rocosos y con pendientes mayores de 45°) permanece con mínimos impactos. La presencia de plagas es otra alteración relevante (Juan *et al.*, 2016). Durante el trabajo de campo se observó muérdago (*Psittacanthus calyculatus*) y cuscuta (*Cuscuta sp.*). La primera es una especie vegetal hemiparásita que crece y se desarrolla sobre varias especies de árboles frutales y forestales en el centro y sur de México. Esta planta es nombrada de diferentes maneras, nombres vinculados con las condiciones socioculturales, sus propiedades y manejo, en el centro de México, se le conoce como injerto o muérdago (Juan *et al.*, 2016). El muérdago crece sobre los tallos y ramas de los árboles forestales y árboles frutales de los cuales obtiene agua y nutrientes (Vázquez y Geils, 2002).

En México, por los impactos que ocasiona el muérdago a los árboles forestales y frutales, es considerada como plaga, pues parasita algunas especies de encino (*Quercus sp.*), huizache (*Acacia sp.*), mezquite (*Prosopis sp.*), aguacate (*Persea sp.*), guamúchil (*Pithecellobium sp.*), durazno (*Prunus persica sp.*), cítricos (*Citrus sp.*), sauce (*Salix sp.*), álamo (*Populus sp.*), tejocote (*Crataegus sp.*), capulín (*Prunus serotina sp.*) y manzano (*Malus sp.*) (García, 1998; Azpeitia y Lara, 2006).

En el Cerro de Coatepec, *Psittacanthus calyculatus* fue observada en cinco especies arbóreas: durazno (*Prunus persica sp.*), sauce (*Salix sp.*), álamo (*Populus sp.*), tejocote (*Crataegus sp.*) y capulín (*Prunus serotina sp.*) (Juan *et al.*, 2016). En total 27 árboles están infestados, siendo cada uno de estos, huésped de aproximadamente 5 muérdagos, lo cual indica que de no aplicar medidas de control a mediano plazo, puede provocarse mayor infestación.

La cuscuta, bejuquillo o bejuco fideo (*Cuscuta sp.*) es una planta parásita herbácea de color amarillo o naranja, pertenece a la familia *Convolvulaceae*, se caracteriza por poseer tallos muy finos, generalmente, no tiene hojas, las semillas son muy pequeñas

y son producidas en grandes cantidades, por lo que su propagación, también es amplia. Por carecer de clorofila, no realiza la fotosíntesis, depende exclusivamente de las plantas parasitadas (CONABIO, 2009). La cuscuta parasita plantas herbáceas de la porción oriente del Campus Universitario, las cuales, muestran deshidratación y generalmente mueren antes de culminar la época de lluvias (Juan *et al.*, 2016).

## **Análisis de los procesos de cambio de uso del suelo e impactos**

El proceso de cambio de uso del suelo en el Cerro de Coatepec está asociado con la construcción de la Ciudad Universitaria. El establecimiento de la infraestructura tiene los siguientes antecedentes: a) la autorización para la construcción fue aprobada por el Consejo Universitario en la sesión del 13 Julio de 1962; b) en la sesión del 10 de septiembre de 1962, fue integrado el patronato pro-construcción; c) en esa misma sesión, el Gobierno Estatal, a cargo del Dr. Gustavo Baz Prada, ofrece donar 30 hectáreas en las faldas del Cerro de Coatepec; d) el 18 de junio de 1963, en sesión extraordinaria, fueron firmadas las escrituras de donación de los terrenos que comprenden todo el Cerro de Coatepec, incluyendo las construcciones que allí se encuentran, así como el estadio universitario y los campos deportivos construidos por el Gobierno del Estado de México (Peñaloza, 2015).

El 5 de Noviembre de 1964 se realizó la inauguración de la Ciudad Universitaria. La primera etapa comprendía solamente el estadio universitario y tres facultades: Ingeniería, Jurisprudencia (Derecho) y Comercio y Administración, pero posteriormente se han establecido otros organismos académicos, de investigación, administración y difusión (Peñaloza, 2015).

Entre el período de 1969 a 1972, fue construido un edificio con siete niveles para la Facultad de Humanidades. Posteriormente, en la cima del Cerro de Coatepec, fue construido el busto monumental del Lic. Adolfo López Mateos, el cual tiene 12 metros de altura y 60 toneladas de peso (Peñaloza, 2015). Estas dos obras determinaron la continuidad de los procesos de ocupación de uso del suelo en las porciones de mayor altitud en el cerro. A partir de ese periodo, se han establecido otras infraestructuras para dar cabida a organismos académicos y administrativos.

Hasta el mes de enero del año 2015, los procesos de cambio de uso del suelo en el Cerro de Coatepec aún continúan, ya que se han construido algunas edificaciones para atender las demandas del creciente número de estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo, sin embargo, es importante exponer que la mayor parte de las edificaciones están establecidas sobre sustratos rocosos inestables con pendientes mayores a 6°, factor que ocasiona riesgos e impactos para las mismas edificaciones y los actores sociales universitarios. Con relación a esta situación es importante

**Figuras 3 y 4.****Impacto al paisaje del campus universitario por deshidratación de la vegetación arbórea (izquierda) e inadecuado manejo forestal (derecha)**

Fuente: Trabajo de campo, 2015 y 2016.

que antes de planificar la construcción de edificaciones en el Cerro de Coatepec se realicen estudios geotécnicos y de mecánica de suelos, pues de esta manera pueden prevenirse problemas en la infraestructura.

La disminución de la cubierta vegetal, tanto natural como introducida es un factor que incide en el bienestar humano. Sen (2010) señala que el bienestar humano implica tener seguridad personal y ambiental, acceso a bienes materiales para llevar una vida digna, buena salud y buenas relaciones sociales. El Cerro de Coatepec es un espacio geográfico en donde ya no deben establecerse edificaciones, toda vez que el sustrato geológico es inestable.

La disminución de la cubierta vegetal, ya sea por infestación de plagas forestales, por procesos de cambio de uso del suelo para establecer edificaciones o por inadecuados manejos de la vegetación (figuras 3 y 4). En el Campus Universitario no deben construirse más edificaciones, tampoco se debe cambiar el uso del suelo, pues, en caso de hacerlo, a mediano plazo, las condiciones ambientales en las que se desarrollen las actividades no serán confortables para los universitarios, ya que el número de metros cuadrados de área verde para cada persona, será menor a lo que establece la Organización Mundial de la Salud  $9 \text{ m}^2$ , ya que actualmente, a cada universitario le corresponde, escasos  $7,4 \text{ m}^2$ , situación que puede influir en el bienestar humano.

Mediante la Técnica de Observación directa (puntos de observación), Técnica de Juicio de Expertos, Lista de Verificación, recorridos escénicos por el Cerro de

Coatepec, aplicación de entrevistas no estructuradas a profesores universitarios mayores de 60 años escogidos de manera aleatoria en 2015, integrantes del grupo de investigación y en asociación con la literatura (Gómez, 2005; Smith y Smith, 2007; Priego, 2011; Suárez, 2014; Zárata y Rubio, 2016; Juan *et al.*, 2016) fue posible identificar y determinar los siguientes impactos en el Campus Universitario:

- Alteración de la morfología y formas significativas del relieve.
- Pérdida, disminución y cambio en la vegetación propia del Altiplano Mexicano.
- Modificación de la naturalidad, introducción de diversas formas geométricas.
- Cambios de estructura, textura y color de las edificaciones.
- Introducción de elementos extraños a la pauta que caracteriza la escena.
- Intrusión visual de elementos (grandes contenedores para almacenar residuos sólidos).
- Desaparición de la armonía natural (incremento de ruidos y vibraciones)
- Abandono o deterioro de espacios naturales.
- Acumulación y disposición inadecuada de residuos en áreas boscosas.
- Disminución del valor testimonial, significado o singularidad del paisaje (cultural).

## 5. REFLEXIONES FINALES

En realidad no son numerosos los estudios e investigaciones de análisis del espacio geográfico, paisaje, biodiversidad, sustentabilidad y de ecosistemas realizados en el contexto de las universidades públicas mexicanas, la mayoría de las investigaciones se hacen en ambientes externos y con beneficios hacia la sociedad en general (Juan *et al.*, 2016). Al respecto no existen muchos trabajos sobre los espacios universitarios, ya que como todo proyecto, al momento de planificar un campus universitario entra en juego todo un grupo de especialistas que buscan las mejores opciones, y durante las etapas del proyecto van surgiendo problemas, esto representa otro factor. La creación de un espacio para emplazar una universidad, no es, en la mayoría de los casos, producto de una improvisación. Investigaciones semejantes han sido realizadas en Ciudad Universitaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) (Silva *et al.*, 2011), en las que se abordan aspectos botánicos, manejo de plantaciones y descripción general del espacio geográfico, sin considerar ampliamente las condiciones ambientales.

Hernández (2009) evalúa la importancia de la biodiversidad en Ciudad Universitaria de la UMSNH y su vinculación con el Plan Ambiental Institucional (PAI), concluye que la riqueza biológica no está considerada en las estrategias de gestión, por lo que es necesario incorporar sus acciones dentro de este marco, lo cual permitirá reorientar la gestión del espacio universitario y darle mayor trascendencia desde la dimensión del conocimiento y la difusión.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (2013) a través del Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA) ha integrado el Diagnóstico Ambiental de Ciudad Universitaria, el cual enfatiza en los temas de energía, agua, residuos y consumo responsable, sin estudiar aspectos de análisis del espacio, el paisaje, ni de las condiciones ecológicas. El documento, representa una estrategia para fomentar la sustentabilidad en la UNAM (2013).

La Universidad Autónoma del Estado de México en su calidad de Organismo Público Descentralizado tiene autonomía al interior de la institución, pero como toda organización debe cumplir con lo indicado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, esto debido a que desde el año 1962, en sus actividades y procesos demanda recursos naturales, además, provoca impactos, desde luego, en esa época, México no disponía de legislación en materia ecológica y ambiental.

Las actividades del proceso educativo, de investigación, difusión del conocimiento y formación de recursos humanos de alto nivel son la esencia de las universidades, pero es importante que se realicen en ambientes adecuados. El paisaje en el Cerro de Coatepec ha sido modificado de manera paulatina, por lo que es necesaria la aplicación de estrategias para eliminar, sustituir o reubicar componentes degradantes, mejorar los atributos de calidad, ocultar los elementos negativos, camuflaje de los elementos impactantes que no se pueden ocultar o cambio de los puntos focales de atracción visual, por ejemplo, los contenedores de residuos sólidos deben colocarse en lugares poco visibles, los árboles deben manejarse de manera adecuada y extraer la fauna nociva, pero como lo señalan algunos investigadores (Gómez, 2005; Priego, 2011; Suárez, 2014; Juan *et al.*, 2016), para obtener resultados favorables se requiere la participación de los ciudadanos y de un equipo multidisciplinario.

En el entorno del Cerro de Coatepec es necesaria la ejecución de acciones emergentes, tanto teóricas como prácticas para mejorar las condiciones ambientales y cimentar las bases para transitar hacia una universidad segura, saludable y sustentable. Es importante mencionar que esto no se logra únicamente con la ejecución de las acciones, se requiere de esfuerzo, dedicación, sensibilización ambiental y responsabilidad social de los universitarios.

Con la construcción de nuevas edificaciones en el Cerro de Coatepec, ocurren nuevas modificaciones en el paisaje, generación de impactos ambientales y riesgos

que representan peligro para los universitarios, por ejemplo, algunas edificaciones están construidas sobre sustratos geológicos con presencia de fracturas, disminuye la superficie de áreas verdes, no existen programas de manejo forestal y durante la época de lluvias ocurren inundaciones. Un reto de la UAEMéx es realizar estudios de riesgos e impacto ambiental para futuras edificaciones, aunque, la mejor opción, es conservar las áreas verdes y promover edificaciones en otros espacios universitarios ubicados en el exterior de la Ciudad.

Con base en la literatura consultada y en las condiciones actuales del Campus Universitario se determinan acciones emergentes: 1ª.) restricción definitiva del acceso a los ambientes en donde existe vegetación natural, transitar exclusivamente por los senderos, 2ª.) sustituir de manera paulatina las áreas arboladas por áreas verdes o áreas con vegetación nativa, 3ª.) recuperar el paisaje del Cerro de Coatepec mediante la ejecución de un programa para eliminar o sustituir componentes degradantes, mejorar los atributos de calidad, ocultar los elementos negativos, camuflaje de elementos degradantes o cambio de puntos focales de atracción visual, 4ª.) sustituir paulatinamente las especies vegetales introducidas y senectas por especies propias del ecosistema, 5ª.) ejecutar un programa continuo de manejo forestal, 6ª.) promover el uso de energéticos alternativos, 7ª.) hacer un manejo adecuado de los residuos sólidos, 8ª.) fomentar el manejo y uso de escurrimientos y agua de lluvia, 9ª.) en áreas con cubierta vegetal dispersa plantar árboles frutales nativos, 10ª.) instrumentar un programa preventivo para el manejo de impactos y riesgos, 11ª.) controlar la generación de ruidos, vibraciones, contaminantes atmosféricos y la contaminación de alimentos por microorganismos procedentes de perros y gatos, 12ª.) promover el esparcimiento y la actividad física en ambientes apropiados.

Investigaciones recientes (Juárez *et al.*, 2016) sugieren que para mantener espacios universitarios con ambientes adecuados, durante las auditorías que se realizan en las universidades públicas y privadas deben incluirse indicadores rigurosos sobre el manejo del ambiente, los recursos naturales y de responsabilidad social universitaria. Los cambios que se han introducido en el paisaje no suponen siempre un deterioro o disminución de sus cualidades, aunque sí han alterado la expresión visual de la escena o su función como testimonio de una evolución conjunta, ya que el paisaje en estado de equilibrio dinámico es la resultante de la interacción de la sociedad humana con el ambiente (Gómez, 2004). El paisaje en el Cerro de Coatepec es producto de las actividades universitarias.

Los espacios verdes del ecosistema urbano Cerro de Coatepec deben ser objeto de un plan estratégico de gestión para preservar la biodiversidad, tal y como lo señala Suárez (2016), se debe estudiar su conectividad actual y la previsible para el futuro, tratando de generar acciones que fomenten el mantenimiento de la conectividad como

garantía para la permanencia de las especies en los ambientes urbanos y asegurar un ambiente adecuado para las futuras generaciones de universitarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZPEITIA, F. & C. LARA (2006). Reproductive biology and pollination of the parasitic plant *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) in Central Mexico. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, vol. 133. 3: 429-438.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2009). *Capital natural de México*. Vol. 1: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 30 p.
- CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente). (2002). Definición de área verde. República de Chile. Documento en Línea. Disponible en [http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016\\_Capitulo\\_6.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_6.pdf). [Consultado: 2015, febrero 13].
- CONDE, A. (2006). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. Más allá del cambio climático. En: *Dimensiones psicosociales del cambio climático*. México: Ed: J. Urbina and J. Martínez. INE – SEMARNAT, 157-172.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM 059 – SEMARNAT- 2010. México: 78 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2016). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. México: 128 p.
- GARCÍA, A. (1998). La familia Loranthaceae (injetos) en el Estado de Aguascalientes. *Polibotánica*, vol 7. 1-14.
- GEM (Gobierno del Estado de México). (1995). *Atlas del Estado de México*. Primera edición. México, 105 p.
- GÓMEZ, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Primera edición. España: Ediciones Mundi-Prensa, 583 p.

- GÓMEZ, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. España. Ciudad y territorio. Estudios territoriales, vol XXXVII (144), 417-436.
- HERNÁNDEZ, F. (2009). Patrimonio Ambiental de Ciudad Universitaria y su aplicación en el Plan Ambiental Institucional de la Universidad Michoacana, México. Master de Estudios Ambientales. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- JUAN, J., MONROY, J., GUTIÉRREZ, J., FRANCO, R., ANTONIO, X., BALDERAS, M., HERNÁNDEZ, M. *et al*, (2010). *Estudios locales de cambios globales. El clima de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Estado de México*. Primera edición. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 132 p.
- JUAN, J., OLVERA, J., MAGALLANES, M., ESPINOSA, L., POZAS, J., GARCÍA, I. *et al*, (2016). *Los espacios universitarios como objeto de estudio. Análisis geográfico, ambiental y ecológico del Cerro de Coatepec. Universidad Autónoma del Estado de México*. Volumen I. Argentina: Dunken, 176 p.
- JUÁREZ, P., JUAN, J. & R. ESTRADA. (2016). Gestión sostenible para el bienestar social universitario. El caso de una universidad pública del Altiplano Mexicano. España. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Eumed.Net. Documento en Línea. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/sostenibilidad.html> [Consultado: 2016, febrero 2].
- LUNA, A. (2010). La concepción del espacio geográfico. Corrientes actuales y metodología del trabajo científico. *Proyecto Clío*, vol 36, 1-18. Documento en Línea. Disponible en <http://clio.rediris.es/n36/oposicones/tema01.pdf> [Consultado: 2016, agosto 02].
- MEZA, M. & MONCADA, M. (2010). Las áreas verdes de la Ciudad de México. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol XIV. 331 (56). Documento en Línea. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm> [Consultado: 2015, enero 15].
- MORENO, D. (2012). *Universidad y Prevención de Riesgos Laborales: Nuevos Retos*. España. III Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales, 12 p.
- MUÑOZ, A. (2012). *Guía metodológica. Guía del paisaje*. Primera edición. Valencia: Generalitat, 168 p.

- NOGUÉ, J. (2007). *La construcción social del paisaje*. Primera edición. España: Biblioteca Nueva, 352 pp.
- NOGUÉ, J. (2009). Entre paisaje. *Entahonar*, vol 45, 191-193.
- NOGUÉ, J. (2010). El retorno del paisaje. *Entahonar*, vol 45, 123-136.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2015). Documento en Línea. Disponible en <http://www.who.int/es/> [Consultado: 2016, octubre 12].
- PEÑALOZA, I. (2015). Origen y desarrollo de la Ciudad Universitaria Toluca. México: *La Colmena*, Núm. Universidad Autónoma del Estado de México. 87:1-153.
- PRIEGO, C. (2011). *Naturaleza y Sociedad. El valor de los espacios verdes urbanos*. España: Ministerio de medio ambiente, medio rural y marino, 50 p.
- SANTOS, M. (2000). *La naturaleza del espacio*. Segunda edición. España: Ariel, S.A, 343 p.
- SEN, A. (2010). *La idea de la justicia*. España: Taurus, 491 p.
- SILVA, P., DÍAZ I. & BRAVO, M. (2011). *Un paseo por los jardines de tu universidad. Guía didáctica para el conocimiento de la flora de los jardines de Ciudad Universitaria*. Plan Ambiental Institucional. México: UMSNH, 246 p.
- SMITH, T. & R. SMITH (2007). *Ecología*. Sexta edición. España: Pearson Educación, 776 p.
- SUAREZ, L. (2014). *La ruina de la ciudad-negocio. Manual crítico para la búsqueda de una lógica medioambiental en la ciudad y sus edificios*. España: Universidad de Sevilla, 460 p.
- UAEMEX (Universidad Autónoma del Estado de México). (2013). *Plan Rector de Desarrollo Institucional, 2013- 2017*. México: UAEMex, 235 p.
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). (2013). *Programa Universitario de Medio Ambiente (2013). Diagnóstico Ambiental*. México: UNAM, 30 p.

VÁZQUEZ, I. & B. GEILS (2002). *Psittacanthus in Mexico*. En: *Mistletoes of North American conifers*. Utah, USA: Ed. B. Geils., J. Cibrán and B. Moody. United States Department of Agriculture, 16 p.

VENCES, D. (2007). *Remoción en masa en el Cerro de Coatepec, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México. México: UAEMex, 174 p.

ZÁRATE, M. & M. RUBIO (2016). *Paisaje, sociedad y cultura en geografía humana*. Segunda reimpresión. España: Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., 445 p.

**JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ.** Realizó estudios de licenciatura en Geografía (1978-1982) y maestría en Ecología en la Universidad Autónoma del Estado de México (1988-1993). Es Doctor en Antropología Social por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. Investiga temas de manejo de recursos naturales, sistemas agroecológicos, geografía del paisaje, riesgos e impactos en las universidades, cambio climático, ordenación del territorio y sustentabilidad. Investigador en el Instituto de Estudios sobre la Universidad (IESU) de la Universidad Autónoma del Estado de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI I) y del Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México. Por la calidad académica y científica de sus investigaciones, ha sido acreedor a reconocimientos nacionales e internacionales.

Correo electrónico: [jupi582602@gmail.com](mailto:jupi582602@gmail.com)