

# INFORMES DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYOS INÉDITOS

## La ecología humana en el contexto de la ciudad de Bogotá. Breve estudio de caso de aplicación en la Transferencia y Apropiación social de Conocimiento: los Modelos Basados en Agentes

Iván Darío Medina Rojas  
Universidad minuto de Dios

### Resumen

**E**l paradigma dominante observado hoy en día se encuentra en proceso de colisión con el entorno natural, dicho paradigma se encuentra inmerso en un enfoque obnubilado por su mecanicismo, su individualismo, su reduccionismo y con una mirada muy cuantitativa y antropocéntrica de la naturaleza. Ya Thomas Robert Malthus nos había dado un campanazo hace más de dos siglos en su obra “Ensayo sobre el principio de la población” cuando dejó la preocupación sobre un crecimiento geométrico de la población mientras uno aritmético de los recursos, si bien es cierto que una perspectiva de paradigma cambiante es relativamente mucho más reciente, ya que toma gran fuerza con la aparición del concepto de desarrollo sostenible, con una visión totalmente distinta al convencional ya que permite un enfoque biocéntrico, interconectado, holístico y de cooperación, deja de lado ese mecanicismo y el valor cuantitativo por el valor cualitativo. No obstante, tiempo atrás a la aparición del concepto, la sociedad industrializada se enfrentaba a un fenómeno que ha sido tendencia derivada de la revolución industrial, los procesos migratorios a las ciudades y todos los cambios de orden social, económico, político, ambiental y cultural que trae consigo; en la Escuela de Chicago de Sociología aparece una rama denominada “Ecología Humana” que, en pocas palabras, propende por un diseño metodológico cualitativo, el estudio del hombre en su hábitat natural que se escala a relaciones urbano-sociales al establecer el paralelo entre sistemas sociales y naturales, una forma de comprender los procesos llevados a cabo en una ciudad.

**Palabras clave:** Ecología Humana – Sostenibilidad – Ciudad - Medio Ambiente - Modelos Basados en Agentes.

---

1. Docente Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO. Microbiólogo Industrial (Pontificia Universidad Javeriana), Economista (Universidad Católica de Colombia), Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (Universidad de Manizales). Celular: 3015328298 Correo: imedina@uniminuto.edu

## Human ecology in the context of the city of Bogotá. A brief study case of application of transfer and social appropriation of knowledge: agent-based models.

### Abstract

The dominant paradigm in place nowadays is in conflict with the natural environment—and such paradigm makes part of an approach that is blinded by its mechanism, individualism, and reductionism, and has a highly quantitative and anthropocentric perspective of nature. More than two centuries ago, Thomas Robert Malthus already called our attention in this regard, in his “Essay on the principle of population”, expressing concerns for a geometric population growth but an arithmetic growth of resources. It is true that the perspective for a changing paradigm is relatively more recent, becoming more powerful with the emergence of the concept of sustainable development, which includes a totally different view from the conventional concept, allowing a more biocentric, interconnected, holistic, cooperative approach, and changing the mechanic-based quantitative value to the qualitative value. However, long before the emergence of this concept, the industrial society was faced with a phenomenon resulting from the industrial revolution, the migration to urban areas, and the social, economic, political, environmental, and cultural changes it implies. As a result, the Chicago School of Sociology developed a line of studies called “Human Ecology”, which in short consists of seeking a qualitative methodology for the study of human beings in their natural habitat aligned with their social-urban relations, by establishing a parallel between social and natural systems, as a way of understanding the processes taking place in cities.

**Key words:** human ecology, sustainability, city, environment, transfer and social appropriation of knowledge, agent-based models.

### Introducción

Factores inherentes a la sociedad de principios del siglo XX, como lo fue el incremento poblacional y la conformación de las denominadas metrópolis industriales, produjeron cambios observados en muchas ciudades en la esfera del mundo desarrollado; una de esas ciudades fue Chicago, en los Estados Unidos, una de las urbes de mayor crecimiento en la primera mitad del siglo XX y donde surge a finales del siglo XIX (más exactamente en 1892) la primera gran escuela de sociología que buscaba cambiar el paradigma sociológico del momento, para centrarse en los fenómenos de aquel entonces (Decaimiento urbano, crimen, problemas raciales, de índole familiar, entre otros). (Lutters & Ackerman, 1996).

La concepción de ciudad comienza a proponerse desde una perspectiva holística y una de las inferencias que se consideraron de manera temprana entre sociología y ecología, en referencia a lo expresado por Wirth (2001): “{...} características biológicas de la población tienen un significado sociológico, no sólo porque reflejan el modo urbano de existencia, sino porque también condicionan el crecimiento y futuro predominio de las ciudades y su básica organización social” (p. 178). La

ciudad funciona como un sistema; es una entidad social y no debe ser comprendida mediante fenómenos aislados.

El galimatías preponderante desde entonces da inicio por la presencia de fenómeno bastante importante, fruto de la aglomeración de personas, el crecimiento demográfico de las ciudades se convierte en una constante observada a nivel mundial, hoy en día percibido con talante axiomático, en aquel entonces fija un punto de partida hacia un nuevo paradigma urbano, en el que la población genera alteraciones significativas dentro de un territorio y por consiguiente en su entorno social, como por ejemplo el incremento de barrios en la periferia caracterizados por una alta tasa de desempleo, miseria social, una expansión descontrolada que lentamente va consumiendo el paisaje, y muy de acuerdo con Perico-Agudelo (2009) quien cita: “Actualmente, la ciudad se encuentra bajo la presión de sus habitantes, pues la migración crece de manera constante. De esta forma, alcanzar altos niveles de calidad de vida urbana y prácticas más ecológicas es cada vez más complejo” (p. 280).

Para poder contextualizar la interdependencia de un territorio a los volúmenes poblacionales, se propone establecer un pequeño parangón de entendimiento con el entorno natural, como un botón para la muestra, los

ecólogos vegetales y animales han concebido el equilibrio de la naturaleza basados en los números. Cuando la población se incrementa, ejerce una presión significativa sobre el hábitat y algo sucede, la población puede dispersarse o emigrar para alivianar la presión ejercida por el incremento demográfico, es decir, que de presentarse una descompensación entre el equilibrio de población y recursos naturales se pierde la correlación que es característica en estos sistemas. Si las circunstancias son normales (fluctuaciones leves del equilibrio) el sistema prácticamente reabsorbe sin observarse alteraciones considerables, no obstante si el cambio es catastrófico (por ejemplo: guerras, hambrunas, pestes, etc.), el equilibrio se ve alterado y da paso al cambio existente de la vida comunitaria.

De la relación previamente descrita y a pesar de ser más complejas las condiciones de afectación en el entorno de sociedad humana, las comunidades vegetales y animales no son disímiles y guardan cierta simetría. En periodos de crisis la competencia se intensifica, aunque después aparece un escenario de cooperación; que en resumidas cuentas y desde una perspectiva ecológica, la competencia biótica declina y la lucha por la existencia asume otro tipo de formas. (Park, 1999).

En el presente documento se suscita el interés por establecer asociación con el acontecer ciudadano, como entorno dinámico, cambiante y clave para desarrollar un análisis bajo la perspectiva de una escuela que proporcionó herramientas para realizar estudios con una perspectiva desde la metáfora biológica y muy importante en su contribución al entendimiento del comportamiento de un escenario montado por los propios seres humanos.

## Materiales y métodos

El presente escrito busca realizar de una forma muy sucinta una aproximación a comportamientos, actitudes y otras relaciones del ser humano con el entorno medioambiental (ecología humana) enfocado hacia una sistematización cualitativa (libre y con baja estructuración), de índole hermenéutica (interpretativa). Que de acuerdo con Arenas (como se citó en Marrero, Ríos y Nieves, 2009), sobre la Hermenéutica, “{...} esta se presenta como una teoría general de la interpretación y la comprensión” (p. 184). De igual manera y teniendo en cuenta, lo mencionado por Nava (como se citó en Marre-

ro, Cabrera y Nieves, 2009) “indica que la Hermenéutica es una técnica, un arte y una filosofía de los métodos cualitativos (o procesos cualitativos), que tiene como característica propia interpretar y comprender para revelar los motivos del comportamiento humano” (p. 184).

El problema de investigación se centra en la Ecología Humana como unidad de análisis (relación entre el entorno biótico con la base de desarrollo urbanística) para la ciudad de Bogotá D.C. Desde una vertiente de la Escuela de Chicago de Sociología, la Ecología Humana, abre una senda para el entendimiento de procesos urbanísticos basados en la metáfora biótica.

La columna vertebral del documento se centra en entender de manera holística:

- La perspectiva desde la ecología humana, como referente teórico.
- La analogía de la temática esgrimida desde la ecología humana con la ciudad de Bogotá.
- La utilización de los Modelos Basados en Agentes (MBA) como vectores de entendimiento de la problemática observada.

## Una mirada desde la ecología humana

Con la finalidad de entender como las características biológicas de la población llegan a tener un significado sociológico es de vital importancia dar un vistazo a las observaciones realizadas por Darwin<sup>2</sup>, que junto a otros naturalistas de la época, como Haeckel<sup>3</sup>, observaron algunos casos de correlación entre plantas y animales; en un determinado hábitat, estas especies tenían una relación de interdependencia que mostraba ser el producto de la misma lucha por la existencia, algunos puntos importantes salen al concluir que: (a). el orden y la regulación de la vida dentro de la naturaleza se dan por medio de “la lucha por la existencia”, (b). para entender la concepción del orden social que llega a trascender la especie en particular, parte de “los intereses conflictivos pero relacionados”, y (c). Hay una marcada interrelación e interdependencia entre especies dentro de un hábitat común, como fuera de él, lo que conlleva a un nivel de correlación mayor, la competencia comienza a decrecer, apareciendo adaptaciones en un sistema relativamente cerrado.

2. Naturalista británico (1809 - 1882)

3. Naturalista y filósofo alemán (1834 - 1919)

De ahí que dentro de los límites de un sistema, los organismos individuales se implican en un proceso que mezcla cooperación con competencia; una “comunidad”<sup>4</sup>.

Un barniz del concepto de sistema<sup>5</sup> surge y se le aplica a la naturaleza, llegando a ser reemplazado el término y modificado por ecosistema, con este nuevo panorama se pudo otorgar un lenguaje matemático a la naturaleza, por tal motivo desde ese momento, el ecólogo puede brindar información de cómo intervenir la naturaleza para conseguir mejores éxitos productivos, también para aquellos ecólogos cuya preocupación son los temas ambientales que llegaron a generar un vínculo entre la práctica y el campo científico, por ejemplo, los estudios sobre extinción de especies o los crecientes niveles de contaminación, que advertían sobre una problemática muy palpable en la actualidad, esa concepción de una naturaleza agresiva y salvaje ha cambiado por una concepción de naturaleza frágil y delicada. (Gudynas, 2003).

A comienzo de los años 20 del siglo XX, se impulsó el concepto de ecología humana desde la Escuela de Sociología de Chicago, más exactamente con Park<sup>6</sup> y Durkheim<sup>7</sup>; sin embargo, se materializa fuertemente en lo concerniente al entorno urbano con Burgess<sup>8</sup>, McKenzie<sup>9</sup> y Hoyt<sup>10</sup>. La escuela plantea como objetivo de generar espacios para la comprensión del ser humano desde la naturaleza y no al contrario; de esta manera surgen nuevas corrientes arquitectónicas y urbanísticas que buscan devolver la ciudad al campo, se plantea la interacción social como un fruto de cuatro procesos: competencia, conflicto, acomodación y asimilación (Cely, 1998).

En párrafos anteriores se estableció una conexión entre los ecosistemas naturales y urbanos, se mencionó

que existe una interrelación clara entre las especies; en ellos la competencia y la cooperación son características típicas. La competencia a su vez cuenta con dos principios de la ecología, el dominio y la sucesión. Una ejemplificación del dominio contemplada desde la naturaleza se da en un bosque, la lucha será por la luz (dominará el árbol que consiga crecer más alto), un ejemplo que logra trasegar dentro de un hábitat urbano, la lucha de las industrias, edificaciones y demás de erigirse en un espacio determinado (dominar el segmento donde el suelo percibe un mayor precio es un ejemplo claro). Dentro de un entorno urbano, la expansión de la ciudad ejerce una presión para las personas, las empresas y las instituciones; el centro urbano deja percibir una presión por la demanda (crecimiento del área suburbana y modificación del transporte utilizado).

La dinámica del crecimiento urbano no debe ser contemplada únicamente como una agregación; un incremento de la población (en cualquier parte de la ciudad) hace que se sienta en todo el centro urbano (efectos que se distinguen por ejemplo al observar las características del sistema local de transporte, a modo de incremento en el desplazamiento desde la periferia hasta el centro de negocios, lo que deriva en un aumento de la congestión del centro urbano), convirtiéndose en una zona con edificaciones cada vez más concentradas y altas, lo que en muchos casos también acarrea un alza del precio del suelo. (Park, 1999).

El estudio de la dominación ha permitido comprender el comportamiento de muchos sistemas dentro de la naturaleza y dentro de la sociedad. De igual manera un término ligado a la competencia es la sucesión<sup>11</sup>, tomado como la relación entre especies, pero adicio-

4. Tres características fundamentales determinan una comunidad: 1. Es una población territorialmente organizada, 2. Se encuentra más o menos arraigada completamente al suelo que ocupa, y, 3. Sus unidades individuales mantiene relaciones de interdependencia mutua cuya naturaleza es simbiótica antes que social en el sentido que ese término también aplica a los seres humanos (Park, 1999)
5. Es atribuido al botánico inglés Arthur Tansley (1871-1955). ... “el concepto de ecosistema de Tansley identificó un sistema que era: 1. Un elemento en la jerarquía de sistemas físicos desde el universo hasta el átomo, 2. El sistema básico de la ecología y 3. Compuesto tanto de organismos como del ambiente físico. desde su origen hasta el presente el ecosistema de Tansley ha constituido un concepto clave de la ecología”. (Rincón, 2011, p.345)
6. Robert Ezra Park (1894-1944), sociólogo urbano estadounidense, uno de los principales representantes de la Escuela de Chicago de Sociología.
7. Émile Durkheim (1858-1917), sociólogo y filósofo francés
8. Ernest Burgess (1886-1966) sociólogo canadien
9. Roderick McKenzie, sociólogo, uno de los precursores de la sociología urbana
10. Homer Hoyt (1895-1984), economista
11. Término empleado por los ecólogos para describir y designar una serie de cambios ordenados que enfrenta una comunidad biótica en el transcurso de su desarrollo (Park, 1999). La sucesión ecológica es una serie de cambios que sufren una comunidad y su entorno abiótico es un determinado lapso de tiempo. La sucesión ecológica se pone en marcha cuando una causa natural o antropogénica, despeja un espacio de las comunidades biológicas presentes en él o las altera gravemente. Las causas naturales que pueden causar esta situación son muy variadas, e incluyen corrimientos de tierra, lugares, aludes, erupciones volcánicas explosivas, entre otros. (<http://sucesioneseco.blogspot.com.co/>)

nado de un proceso de cambio (ordenado y enfocado hacia el desarrollo).

Nuevamente se puede establecer una relación de similitud entre el entorno biótico y el entorno social del hombre, no obstante esa competencia que en el nivel biótico llega a funcionar como agente controlador y regulador de interrelación entre los organismos, en el entorno social es entendido como un conflicto (una guerra llega a tener su asidero morfológico como la lucha por el poder o el prestigio; una función social de la guerra podría consistir en ampliar un área donde sea posible mantener la paz). (Park, 1999). Los órdenes sociales de acuerdo con la ecología humana.

Los animales no humanos guardan mayor dependencia por su entorno natural, en el caso de los humanos el comercio funge como característica peculiar que lo escinde de su dependencia acérrima al entorno natural, al igual que factores como la inventiva, la técnica y la tecnología son artífices de arquitectura para su hábitat.

Tanto en las comunidades vegetales, como en las comunidades animales la biología ha determinado su estructura (por ejemplo el trabajo es fisiológico e ins-

tintivo). En el caso de la sociedad de los hombres la estructura comunitaria está reforzada por la cultura que es asumida por un carácter institucional. De hecho, al realizar un pequeño detenimiento, en la actualidad las instituciones cumplen un papel fundamental dentro de la sociedad y son estas promotoras de desarrollo dentro de una nación. Para Douglas North, premio nobel de economía en 1993, las instituciones marcan las reglas del juego, como es citado en Rosende (2008): “Las instituciones son las reglas de juego que existen en una sociedad, o más formalmente, son las restricciones ideadas por los hombres para moldear las interacciones humanas” (p. 25).

Ahora bien, los sistemas de interrelación humana son variados, no se puede aseverar únicamente que se encuentre establecido en un orden ecológico; adicional a lo anterior, el ser humano se encuentra inmerso en otros órdenes, económicos, políticos y culturales, estos organizados a su vez por una jerarquía, la cual determina grados que son sucesivos y ascendentes; en el piso de la pirámide se encuentra un orden ecológico y en el techo el orden moral, conforme se escala en la pirámide hay mayor incorporación y subordinación dentro de ese sistema tal como se ilustra a continuación.

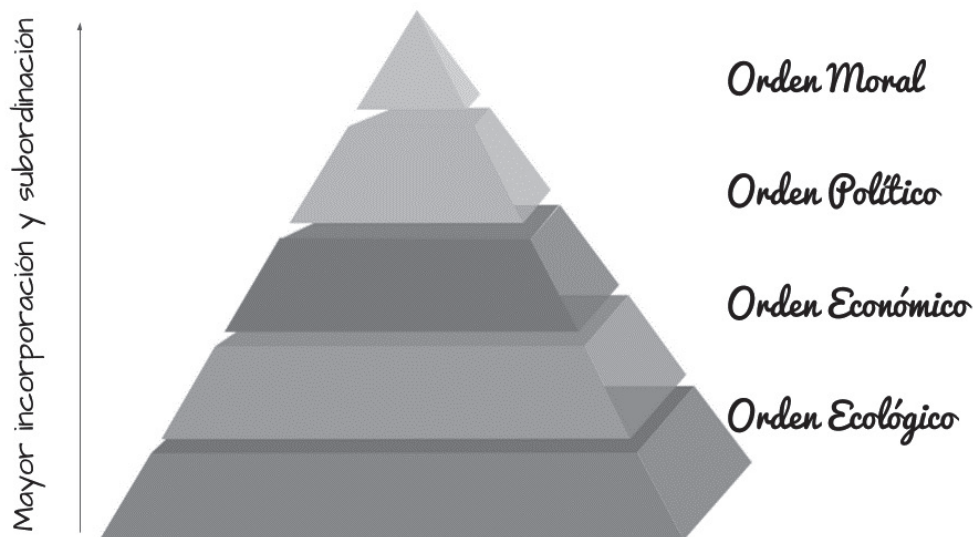


Figura 1: Órdenes Sociales

Fuente: elaboración propia, información obtenida de (Park, 1999)

De esta manera la misma sociedad se encarga de restringir esa competencia y enfocarla hacia la cooperación, ya que se propende hacia una organización,

una integración y en la canalización de energías de los individuos inmersos en esa sociedad. El nivel cultural hace que la competencia quede limitada por las ante-

riormente mencionadas “reglas de juego”, en ese sentido, el individuo es más libre en el orden económico y menos libre en el orden moral.

## Los órdenes propuestos desde Chicago en la urbe de Bogotá D.C.

### Orden ecológico

Bogotá como cualquier urbe presenta algunos dilemas y cuestionamientos en el momento de llegar a comprender las características de ocupación del suelo, debido a las diversas interpretaciones de las distintas formas espaciales de ocupación dentro de un territorio. En primera instancia, la estructura espacial (morfología urbana, estructura económica “como se concentran y se ubican las actividades económicas dentro del territorio”), y en segundo lugar, las estructuras territoriales (de geografía humana y económica), como se encuentra dispuesta la sociedad y la economía dentro del territorio.

Se debe hacer hincapié sobre el contexto cronológico, que hoy en día diverge de la Bogotá antigua, a la Bogotá que albergó a otros ciudadanos en otro periodo de la historia y que por una serie de procesos ha llegado a lo palpado hoy en día, por ejemplo, para una persona que haya podido disfrutar de una larga vida en la capital, habrá notado los cambios (introducción y eliminación) de ciertos elementos en el territorio, un buen ejercicio es establecer un imaginario con el siguiente párrafo y realizar un comparativo con la capital en la actualidad:

Los hombres de 1820 seguramente añorarían a finales del siglo la perspectiva que de la Sabana tenían al caminar por las empinadas calles, pero aceptarían gustosos los empedrados y otros pavimentos que les evitaría tener que caminar entre el lodo o la tierra. Ellos, no sin sorpresa, verían las calles inundadas de postes, tranvías y carruajes; asimismo, preguntarían la razón de haber amurallado los ríos y se maravillarían con los numerosos puentes antes inexistentes, pero notarían con disgusto la conversión de los conventos en oficinas de gobierno o la destrucción del Humilladero<sup>12</sup>, del Arco de La Tercera y otras construcciones que les eran tan propias. (Mejía, 1999, p. 28).

Cronológicamente la modificación del territorio ha visto comprometido el entorno rural y ha com-

prometido la sostenibilidad gracias al fenómeno de antropización, que paulatinamente se verifica con la eliminación del tejido urbano tradicional, la zonificación excesiva, la sumisión de un proyecto urbano a un sistema vial y la eliminación de la vida de barrio y de la calle, entre otros factores, hablan del fracaso del proyecto moderno urbanista, constituyéndose en una poderosa crítica difundida por los principales teóricos e historiadores de la ciudad. Igualmente, de ser una ciudad compacta pasó a ser una mancha urbana.

Algunas puestas en escena que fungían como herramientas para aprovechar el territorio y que reflejaron éxitos parciales en algunos barrios de clase media-alta y otros que fueron inspirados por Le Corbusier, terminaron aplastados por la excesiva migración, por el déficit de vivienda, los atascamientos en el tráfico, por las urbanizaciones ilegales, por la reducción de los espacios verdes y por la inseguridad urbana. (Ruíz, 2008).

Obviamente y no sin dejar de lado, los galimatías de carácter ambiental; que desde épocas coloniales, han sido la norma, como la extracción de leña que redujo la cobertura vegetal de los cerros orientales, destrozando casi que en su totalidad su carga vegetal nativa, también la explotación de chircales y alfarerías que terminaron por remover lo que había quedado de vegetación. Por otra parte, una disminución considerable en el raudal de los ríos que surtían a la ciudad ocasionada por el desmonte y a las pocas alternativas de abasto del recurso.

### Orden económico

Al subir un escalón del orden ecológico se encuentra el orden económico, como tipo de organización comunitaria basada en la división del trabajo, sin embargo y de igual manera que el componente ecológico, el orden económico tiende a ser competitivo (fruto de la rivalidad con los demás), esa lucha por la existencia es la que determina dónde viviremos y qué haremos. La competencia puede ser contemplada desde la cuantía y variedad de profesiones y oficios ejercidos por la comunidad (mayor especialización y mayor división del trabajo para desarrollar las aptitudes de los individuos presentes en un territorio).

No obstante las relaciones económicas son también de cooperación al realizar su función principal (inter-

12. Iglesia construida en las cercanías de lo que hoy es el Parque Santander, fue levantada en 1538 y demolida en 1887.

cambiar bienes y servicios), las relaciones económicas se han extendido considerablemente al mejorar límites de mercado, transportes y relaciones económicas.

De manera histórica, la ciudad de Bogotá ha tenido un largo recorrido en este aspecto, desde una incorporación de lo rural a lo urbano como instrumento económico; los grandes patios en esencia fueron el espacio perfecto para concebir los huertos de verduras, de frutas, de árboles ornamentales, de plantas medicinales y aromáticas, al igual que de reservorio de fuentes hídricas.

La Bogotá republicana se rearticula al comercio mundial, es la ciudad que ya desde entonces concentra más dinero en Colombia, es la mayor plaza comercial de productos manufacturados (nacionales e internacionales) y vio aparecer los primeros bancos hacia los años 70 del siglo XIX (Banco de Bogotá “1870”, Banco de Colombia “1874”, Banco Popular “1877”, Banco Prendario “1880”, Banco Nacional “1881”, Banco Hipotecario “1883”, Banco Internacional “1885” y Banco de La Unión “1891”) (Ruiz, 2008).

Con el avanzar de los años la dinámica fue más acelerada, el impacto de una población de mayor cuantía forzó un incremento en la demanda de vivienda y las tierras agrícolas suburbanas se convirtieron en un escenario perfecto para la especulación urbana, no obstante hubo una división técnica del espacio, una mayor cultura crediticia (enfocada hacia una producción más abundante, rápida y homogénea) enfocada hacia la rentabilidad y la eficiencia (aspecto técnico de división del trabajo concebida desde las épocas de la economía clásica de Adam Smith).

La dinámica económica se mantiene *in crescendo* con ciertas constantes como la demanda de vivienda nueva (crecimiento poblacional), competencia vehicular (fuerte desde la denominada *guerra del centavo*), la industria y el fuerte aporte en el Producto Interno Bruto Nacional por parte de la ciudad.

## Orden Cultural (Político y Moral)

La competencia observada en los anteriores órdenes no siempre será ilimitada, dentro de una sociedad hay ciertas costumbres y leyes que ponen límites a los impulsos de los individuos, la organización política de la comunidad es dependiente de la organización profesional de los individuos, es ir más allá de un agregado poblacional configurado en un territorio.

En este sentido el orden político y el orden moral son los mecanismos de regulación (por medio de la tradición, las costumbres y la ley) sobre la libre fuerza y juego de las fuerzas económicas, de esa manera, la sociedad obedece de la misma forma que los organismos individuales al ocupar un hábitat y compartir un entorno, una vida en común y más aún cuando ese entorno es el de un país cosmopolita debido al origen diverso de sus individuos, en referencia a su cultura y a su ocupación (surge el dilema de que las cosas tienen un valor relativo para todos y para cada uno de los individuos y las comunidades presentes en determinado lugar (Park, 1999).

Bogotá no es la excepción y en el transcurrir de su historia, las instituciones han cumplido un rol muy importante; desde su periodo colonial en que vio nacer las primeras órdenes religiosas (se construyen iglesias y conventos), en la Bogotá republicana que convierte a la ciudad en capital política, económica y cultural, se ve ensanchar el sistema burocrático, las instituciones de educación superior más importantes se alojaron en la ciudad capital y la sociedad del embellecimiento se abre paso con obras majestuosas como el Teatro Colón, el Teatro Municipal y el Capitolio Nacional. Ruiz (2008), Preciado (2012) y Mayorga, Marín y Sourdis (2011).

La ciudad comienza un marcado cambio en su periodo moderno, en su aspecto arquitectónico, pero aún más importante, en su aspecto habitacional (para ello se crea el Instituto de Crédito Territorial, para solucionar el problema que se generó fruto de la fuerte carga demográfica que ya se presentaba). Como si fuese un efecto dominó, la prestación de servicios mejoró considerablemente (ya se podía hablar de agua potable que se tomaba desde el grifo, de redes viales más extensas y completas) y se extendió a otros sectores ciudadanos, dejando así de lado el crecimiento monocéntrico. Ruiz (2008)

Desde las instituciones y las personas, los programas generados para una mejor administración y preservación del entorno ambiental salieron a flote (finales del siglo XX) y se reforzó el concepto de ordenamiento territorial como un mecanismo de entendimiento de la condición natural en tres de sus aristas más importantes: geografía física, ecosistemas y recursos naturales. Estos como un punto de referencia de escenario de la vida de la población y la apropiación tanto objetiva como subjetiva del medio físico. Sin embargo las experiencias no han sido muy exitosas por varias razones, entre las que se encuentra la siguiente como muy sólida:

La ausencia de voluntad política que ha hecho que históricamente en la práctica ni el ordenamiento territorial ni el urbanismo contemporáneo colombiano hayan respondido a esa situación, pues se promueve sobre todo la caridad y el asistencialismo estatal que brindan soluciones a corto plazo; en lugar de planificadores tenemos funcionarios. (Osorio, 2011, p. 96).

## Caso de aplicación (modelos basados en agentes MBA)

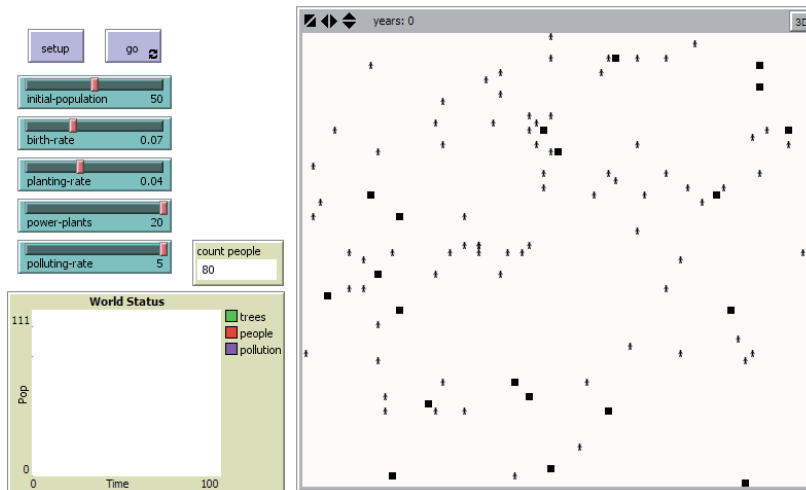
### La polución en las ciudades

Ejemplos que se escinden del tema abordado, pueden ser comprendidos de manera interactiva con los denominados Modelos Basados en Agentes (MBA), estos modelos facilitan la realización de simulaciones urbanas en varios campos de estudio (político, económico,

ecológico, etc.). Se parte de un conjunto de agentes, un medio de interacción y unas reglas de comportamiento, los MBA ayudan a simular fenómenos urbanos complejos que se generan de forma agregada con base en un patrón espacial que es resultado de comportamientos individuales. Este paso del componente individual al agregado es el que permite estudiar cómo se generan procesos urbanos y así manipular variables de entrada para tener diversos escenarios (Cantergiani, 2011).

En el presente documento se trabaja el ejemplo utilizando el software NetLogo® (Wilensky, U, 1999), como programa de MBA, y de su biblioteca de modelos (Urban Suite – Pollution) (Felsen, M. & Wilensky, U, 2007). Cabe recordar que la polución<sup>13</sup> representa un importante riesgo medioambiental para la salud.

El modelo se presenta de la siguiente forma:



Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

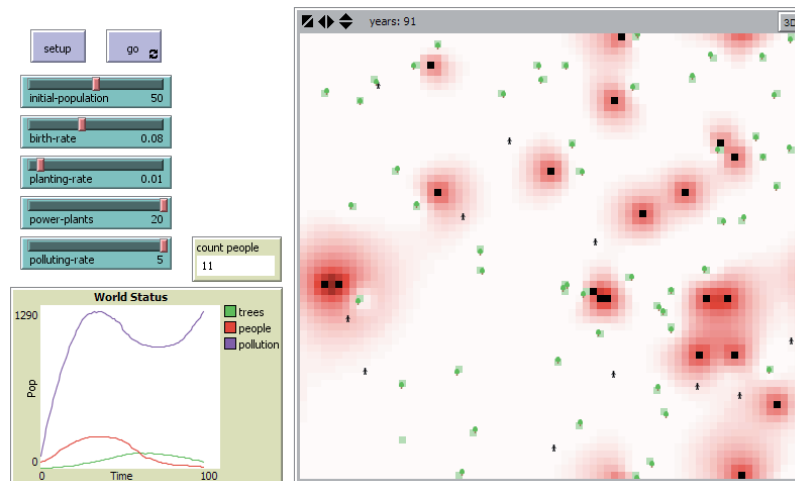
Un modelo que examina la fragilidad del equilibrio en un ecosistema, en este caso (observar el recuadro inferior lado izquierdo) árboles (color verde), personas (color rojo) y polución (color morado). Las variables para este caso son: población inicial (*Initial-population*) (poca o mucha densidad poblacional), Tasa de natalidad (*Birth-rate*) entendida como la oportunidad que tienen las personas de generar descendencia, esta se ve alterada por la edad y por el grado de contaminación del entorno, Tasa de planta-

ción (*Planting-rate*) comprendida como la probabilidad de que una persona plante un árbol cada año, Tasa de polución (*Pollution-rate*) las salidas que tiene cada industria (plantas de energía) en un año, con el tiempo esta contaminación se extiende y Plantas de energía (*Power-plants*) que es la cantidad de plantas de energía.

*Escenario 1: alta tasa de polución, gran cantidad de plantas y reducida tasa de plantación de árboles.*

13. De acuerdo con la RAE: Contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.



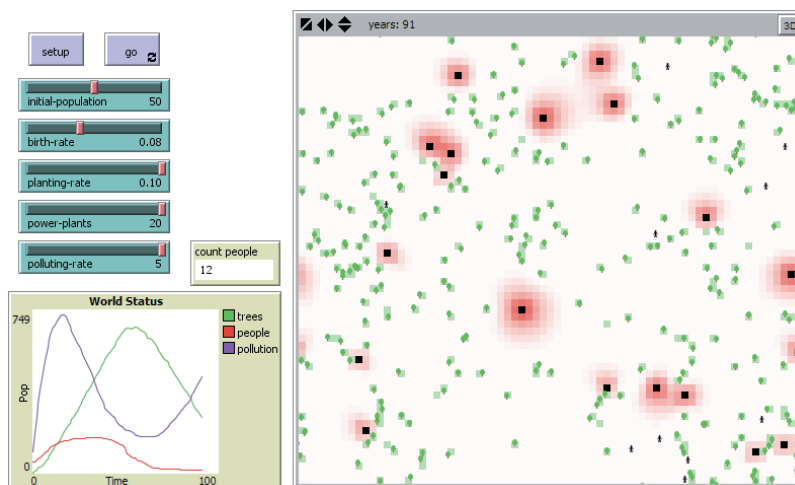


Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

Un alto grado de contaminación, un gran número de plantas de energía (industrias) y una reducida tasa de plantación de árboles hacen que el deterioro ambiental sea fuerte, reduciendo las probabilidades de tasas de natalidad y

en el tiempo deteriorando el hábitat para las personas.

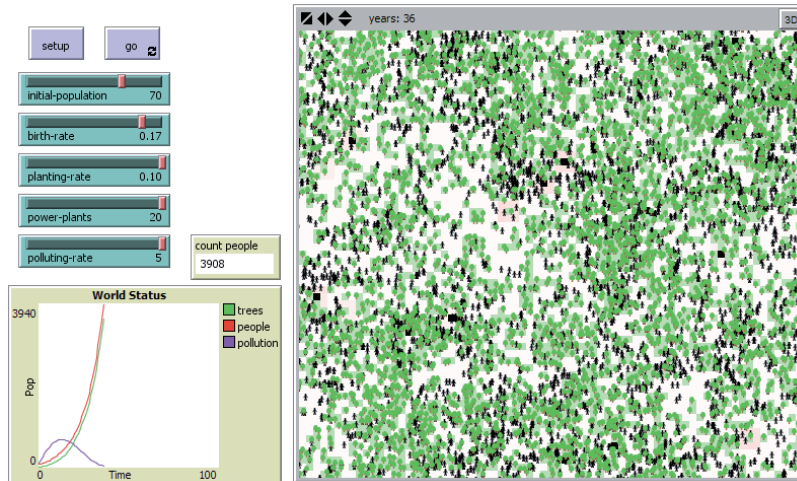
*Escenario 2: alta tasa de polución, gran cantidad de plantas y alta tasa de plantación de árboles.*



Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

Mismo ejemplo anterior, sin embargo cambia la probabilidad de sembrar árboles (sube), se observa que en tanto hay más árboles (agentes captadores de CO2), se reduce la cuantía de polución.

*Escenario 3: alta tasa de polución, gran cantidad de plantas y alta tasa de plantación de árboles. Incremento de la población inicial y la tasa de natalidad*



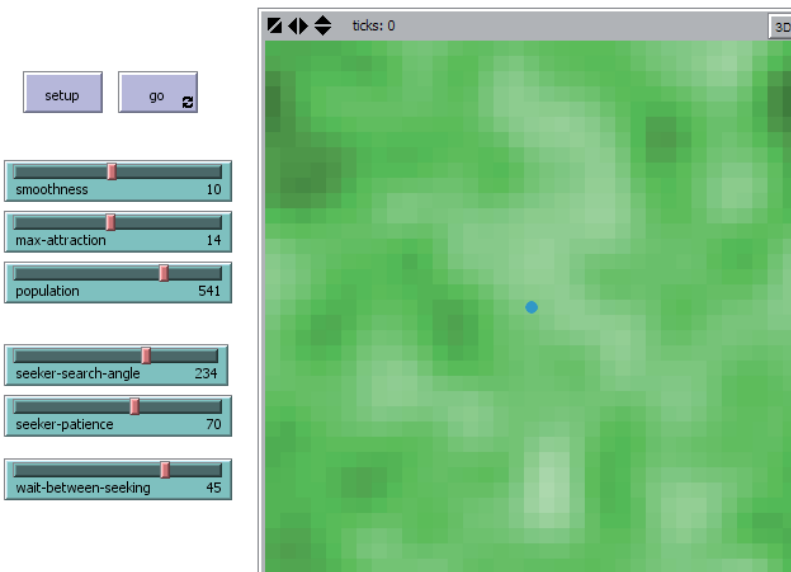
Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

Acá se observa una mayor cantidad de población inicial y una mayor tasa de natalidad, con la mentalidad de sembrar árboles, mitigando así el deterioro ambiental a pesar de una gran demografía.

Aunado a estos ejemplos se pueden desarrollar muchos más, es un mecanismo interesante para la TASC porque aprovecha la ciencia y la tecnología en aras de la explicación de los fenómenos que ocurren en un determinado escenario. Es importante decir que hay disponibilidad del software online y para descargar en versión gratuita.

### Efecto de expansión

Otro tipo de modelo muy sencillo pero que explica bastante bien un fenómeno típico de la ciudad de Bogotá es el de expansión en la ciudad (Urban Suite - Sprawl effect) (Felsen, M. & Wilensky, U. 2007). En el presente modelo se muestra una versión simplificada del crecimiento de la ciudad y como se expande, además de los problemas que trae consigo; un modelo muy atractivo por su sencillez, en él se demuestra que ciertos patrones de comportamiento y de uso del territorio emergen sin ninguna regla compleja



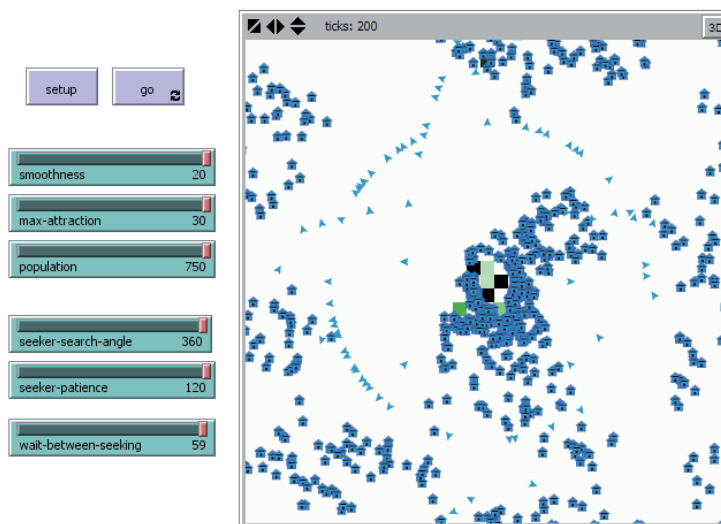
Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

El modelo presenta un referente topográfico, las áreas claras son más atractivas que las oscuras (ambas pueden modificarse a placer), al igual que en cualquier metrópoli (para el presente caso la ciudad de Bogotá D.C) el centro es el punto densamente poblado.

Los agentes del modelo se encuentran en dos estados “buscador” o “casa”, que es comprendido como en proceso de búsqueda de alojarse (buscador) y asentado

(casa). Los primeros tienen mayor dinamismo, los segundos muy poco, se quedan en la plaza establecida, pero de manera lenta el atractivo de la zona va ganando en atractivo (como se ha visto en muchas localidades de la capital colombiana), pero con el tiempo ese atractivo se pierde (explotación descontrolada del entorno). Dentro del modelo se presentan los siguientes escenarios:

*Escenario 1: Topografía excelente, alta población.*

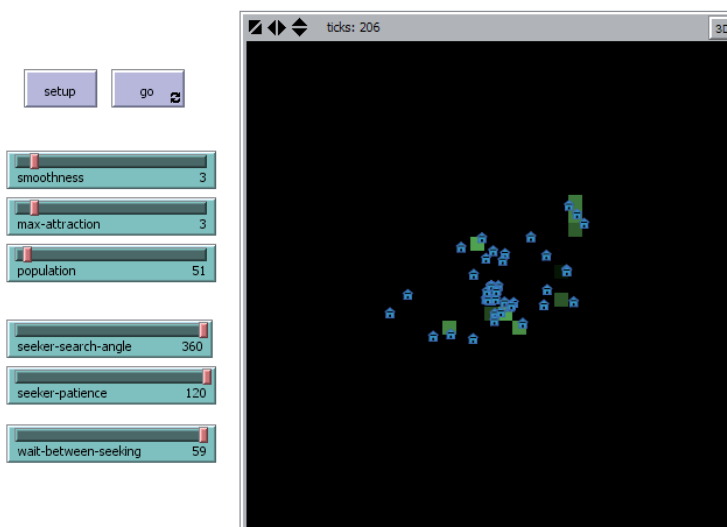


Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

El escenario es atractivo, en un terreno particularmente muy bueno y el índice poblacional es elevado, el terreno de manera muy rápida se comienza a poblar por sus características, sin embargo puede observar-

se como ciertas áreas pierden su atractivo, fruto de la presión demográfica

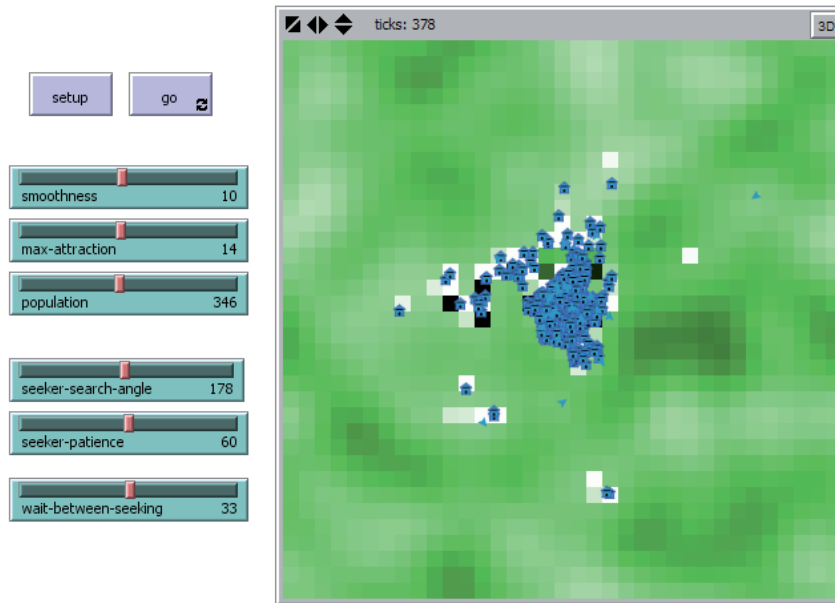
*Escenario 2: Terreno poco atractivo, baja tasa poblacional*



Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

Un terreno poco atractivo, con una cuantía poblacional baja, con mayor dificultad se llega a presentar el proceso de expansión en el escenario. Sin

embargo las zonas pobladas mejoran su atractivo. *Escenario 3: Topografía y tasa poblacional intermedias*



Fuente: Felsen, M. & Wilensky, U. (2007)

En un escenario intermedio, el centro urbano crece rápidamente, la expansión se produce de manera paulatina, el atractivo se incrementa pero también decrece por una presión demográfica.

Ambos modelos presentados anteriormente permiten inferir de manera práctica, algunos fenómenos observados en las ciudades; de cómo un territorio se ve afectado por sus agentes, como las interacciones derivan en aspectos positivos o negativos y como todo esto puede llegar a ser entendido de manera holística.

## Discusión

La ecología humana vista desde la perspectiva de la competencia, es más similar a la ecología vegetal y a la ecología animal, en este sentido una de las mayores preocupaciones dentro de este contexto es en esencia el problema de la población (una población que se asienta, limitada a un hábitat), la división natural del trabajo es lo que une a sus individuos y existe una interdependencia “en este punto” prácticamente física y de supervivencia. Sin embargo la ecología humana también debe ser comprendida desde ese escenario del consenso, donde una estructura cultural y de costum-

bres es impuesta como instrumento directivo dentro de la infraestructura biótica.

Esto se puede sintetizar en que la comunidad humana consta de una población y una cultura (esta se encuentra conformada por dos cuerpos: un primer cuerpo que son las costumbres y creencias y en segundo lugar, un cuerpo de artefactos y dispositivos tecnológicos), pero también no se puede dejar de lado la disposición de recursos naturales que ofrece el hábitat. Estos factores mantienen un equilibrio biótico y social, pero reviste importancia cuando existen movimientos de población y de bienes, cambios de localización y ocupación (que afecte a la división del trabajo existente en el momento y su relación entre la población y el territorio ocupado).

La ecología humana investiga procesos para alcanzar el equilibrio biótico y equilibrio social, y una vez alcanzado este, los procesos llevados a cabo para la alteración de ese equilibrio y la transición de un equilibrio al otro. En la actualidad, es un proceso que reviste cada vez mayor importancia por el impacto del ser humano con su entorno, tal como se ilustra en el siguiente párrafo

El ser humano es el predador y destructor sistemático por excelencia del hábitat. Este macordesorden ya se le está saliendo de las manos y es hora de que vuelva la mirada comprometida a la naturaleza para aprender de la lógica de la vida y comprometerse con ella. Los aumentos de la entropía<sup>14</sup> (desorden y caos natural) en los procesos naturales no son el problema, éste se presenta cuando se acelera el aumento por la manipulación humana. Lo anterior nos lleva a captar que podemos dividir los procesos en dos clases: los que no se pueden manipular y son consustanciales al hombre y al cosmos, y los que son producidos por el hombre en aras del desarrollo tecnocientífico, so pretexto de una mejor “calidad de vida”. (Cely, 1998, p. 80).

En términos generales existe un cúmulo de conocimientos derivados del estudio de la ecología humana desde diferentes vertientes del conocimiento; para algunos estudiosos del tema el primer foco de atención es “el comportamiento del ser humano en el escenario montado por ellos mismos”<sup>15</sup>. También la importancia de los temas económicos en referencia al análisis social y como los asuntos sobre la evolución, la competencia, la lucha por la vida, la selección natural y la cooperación se dan en una sociedad.

Si bien es cierto que cada ciudad guarda su esencia para ser comprendida, Bogotá D.C. guarda similitud en su proceso de desarrollo con muchas otras ciudades, lastimosamente desde muchas orillas se habla de una ciudad fallida, con la eliminación casi que total de su tejido urbano tradicional, de su zonificación excesiva, de la sumisión del proyecto urbano a un proyecto vial y la eliminación de la vida de barrio y de calle, como potentes críticas al modelo urbanista que se genera en la actualidad (Ruiz, 2008).

## Conclusiones

Forjando una conexión del entorno urbano con la ecología se descubre que la génesis se produce basada en interrelaciones y esta debe ser analizada desde un carácter sistémico, ahora bien, como sistemas que son, no permanecen fijos sino que evidencian dinamismo en sus procesos, de igual manera se observa que en el avanzar histórico, los modelos urbanos tienden a modificarse, a cambiar y a reinventarse.

Las relaciones humanas son más complejas que las otras relaciones bióticas, no obstante se guarda unos grados de interrelación en la que se va ganando incorporación y subordinación, un orden territorial (ecológico), un orden económico y uno cultural (político y moral), siendo estos últimos los que tiene un mayor grado de incorporación y subordinación.

Bogotá, al igual que muchas ciudades ha presentado múltiples cambios a lo largo de su conformación histórica, es una ciudad que ha llegado a alterar su entorno ambiental de una forma considerable por el cúmulo de presiones que su población ha propiciado en su territorio. Las instituciones funcionan como mecanismos para administrar mejor el territorio y preservar su naturalidad, pero ha sido una labor insuficiente.

Utilizando los Modelos Basados en Agentes (MBA), se puede llegar a comprender muchos de los fenómenos relacionados a componentes urbanos (en todas sus dimensiones), de tal manera que la generación de conciencia sea más amplia al conocer cómo ocurren los fenómenos, el equilibrio es frágil, pero el conocimiento es una potente herramienta que nos traza una nueva senda.

## Referencias bibliográficas

- CANTERGIANI, C. (2011). Modelos Basados en Agentes aplicados a estudios urbanos: una aproximación teórica. *Serie Geográfica*, 17(2011). 29-43
- CELY, G. (1998). *Ecología-humana: una propuesta bioética*. CEJA. Bogotá D.C, Colombia.
- GUDYNAS, E. (2003). *Ecología, economía y desarrollo sostenible*. Ediciones Coscoroba. Montevideo, Uruguay.
- LUTTERS, W & ACKERMAN, M. (1996). *An introduction to the Chicago School of Sociology*.
- FELSEN, M. and WILENSKY, U. (2007). NetLogo Urban Suite - Pollution model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/UrbanSuite-Pollution>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

14. El segundo principio de la termodinámica es elaborado por Sadi Carnot (1824) y Clausius (1850) proporciona una matemática rigurosa.

15. Perspectiva expuesta por el sociólogo norteamericano Paul Goodman.

FELSEN, M. and Wilensky, U. (2007). NetLogo Urban Suite – Sprawl effect model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/UrbanSuite-SprawlEffect>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

MARRERO, M. Ríos, M, y Nieves, F. (2009). Hermenéutica: la roca que rompe el espejo. *Investigación y posgrado*, 24(2). pp: 181-201.

MAYORGA, F. Marín, J. y Sourdis, A. (2011). El patrimonio documental de Bogotá, siglos XVI-XIX, instituciones y archivos. Recuperado de [http://portel.bogota.gov.co/archivo/libreria/pdf/LIBRO\\_PATRI-MONIO\\_DOCUMENTAL.pdf](http://portel.bogota.gov.co/archivo/libreria/pdf/LIBRO_PATRI-MONIO_DOCUMENTAL.pdf)

MEJÍA, G. R. (1999). *Los años del cambio, historia urbana de Bogotá, 1820-1910*. Bogotá, Colombia. CEJA.

OSORIO, A.M. (2011). Dimensión ambiental y problemáticas urbanas en Colombia (1960-2010). *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 4 (7), 90-109.

PARK, R. (1999). *La ciudad y otros ensayos de ecología urbana, estudio preliminar y traducción de*

*Emilio Martínez*. Ediciones del Serbal. Barcelona, España.

PERICO-AGUDELO, D. (2009). El espacio público de la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 2(4). 278-301.

ROSENDE, F. (2008). *Las instituciones en el crecimiento económico*. Estudios Públicos. 111(2008). 23-55

RUIZ, M. (2008). *Historia ambiental de Bogotá y la Sabana, 1850-2005*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

WILENSKY, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

WIRTH, L. (2001). Leer la ciudad. *Ensayos de antropología urbana, el urbanismo como forma de vida*. Recuperado de <https://res.uniandes.edu.co/view.php/497/index.php?id=497>



FACULTAD DE EDUCACIÓN

Artículo recibido: marzo 5 de 2016. Aprobado: 24 de octubre de 2016