

Big Data e Análise Urbana: Ciência da cidade nas economias em desenvolvimento¹

Mayra Gamboa González^a  e Juan Ángel Demerutis Arenas^b 

^a Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura e Design - CUAAD, Departamento de Proyectos Urbanísticos, Guadalajara, Jalisco, México. Email: mayra.gamboa@academicos.udg.mx

^b Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura e Design - CUAAD, Departamento de Proyectos Urbanísticos, Guadalajara, Jalisco, México. Email: juan.demerutis@cuaad.udg.mx

<https://doi.org/10.47235/rmu.v8i1.171>

A tecnologia como elemento inseparável do ser cognitivo e a cidade inteligente como expressão no território

O desenvolvimento tecnológico é uma característica que acompanhou a humanidade ao longo de sua história. Sua origem pode ser localizada a partir da evolução do humano como ser cognitivo (*Homo Sapiens*), interpretando a tecnologia de acordo com a definição da Academia Real Espanhola (espanhol: Real Academia Española ou RAE), como o conjunto de teorias e técnicas que permitem o uso prático do conhecimento científico, bem como o conjunto de instrumentos e procedimentos industriais de um determinado setor ou produto (Royal Spanish Academy, 2019).

Em sua obra transcendental “*De animales a Dioses: Breve historia de la humanidad*”, Harari (2018) distingue três revoluções importantes na história da humanidade: a revolução cognitiva que marca o início da história há aproximadamente 70.000 anos, localizada no início da era da espécie *Homo Sapiens*, quando surgiram culturas humanas. A segunda é a revolução agrícola, entre 12.000 e 5.000 anos atrás, quando alguns autores colocam a origem dos primeiros assentamentos humanos como aldeias e cidades nas sociedades neolíticas que conviviam estreitamente com a Mãe Natureza (Eisler, 1998; Mumford, 1961). E a terceira é a revolução científica que começou há apenas 500 anos, que deu origem à Era do Iluminismo e às revoluções industriais do século XVIII até os dias atuais.

Essas três revoluções trouxeram mudanças significativas na maneira como os humanos se desenvolveram como espécie e em nosso relacionamento com outros organismos e o meio ambiente. A partir dessa análise, ficamos parecendo alguém do nível de desenvolvimento e poder que alcançamos e, que, segundo o autor, nos tornaria semelhantes a deuses, com poderes de criação e destruição, mas com pouco entendimento do que fazer com esse poder, além do péssimo relacionamento com nosso habitat e ambiente natural. Os avanços tecnológicos que estamos testemunhando não são igualmente distribuídos, e esse fato não nos coloca como uma espécie melhor; pelo contrário, de acordo com Harari (2018), há uma grande incerteza em relação ao futuro da *Homo Sapiens*, nossa espécie, uma vez que não está claro se poderemos evoluir para nos tornarmos seres dotados com diferentes consciências e sentimentos, em contraste ao modo como os conhecemos e os compreendemos atualmente ou se, pelo contrário, o uso da tecnologia nos fragmentará em sociedades cada vez mais desiguais, com a predominância de alguns grupos em detrimento de outros.

Esse desenvolvimento tecnológico, econômico e cultural, transferido para a expressão física do território, gerou um modelo de crescimento atual para a cidade, que é de urbanização acelerada, desconectada e dispersa. É um modelo em que prevalece o uso de veículos particulares, e as despesas de transporte público são altas devido às grandes

distâncias percorridas para acessar lugares de emprego, educação e outros serviços básicos e recreativos. Existe uma fraca distribuição e cobertura de serviços de infraestrutura e equipamentos, bem como uma tendência a um modelo de moradia horizontal que não ajuda a gerar condições de vida sustentáveis. Isso se traduz em um estado de desigualdade, pois há falta de acesso a oportunidades; uma situação cujo problema subjacente está em ascensão e que afeta principalmente a população de baixa renda, que normalmente é excluída e empurrada para os arredores das cidades onde a terra para moradia tem menor custo.

Castells (2010) estabelece, entre as características que delineiam as causas da dinâmica espacial - e portanto, a forma urbana da sociedade em rede global - a estreita interação entre a transformação tecnológica da sociedade e a evolução de sua forma espacial. Em outras palavras, a tecnologia não é um fator determinante, mas um facilitador de novas estruturas sociais. Então, qual deve ser a forma no futuro? Uma forma urbana que reflete uma sociedade mais democrática, de acordo com Scott (2014).

Sobretudo na última década, a ascensão das tecnologias da informação e comunicação (TICs) tem permeado todos os cenários da vida cotidiana, a fim de tornar a cidade mais eficiente, a ponto de agora haver um “abuso” do termo *'smart city'*.

A conotação de “cidade inteligente” não é nova. No passado, houve diferentes abordagens que tratam a cidade como uma entidade orgânica, estruturada a partir de redes e fluxos (Batty, 2013). Segundo Mitchell (2007), no início do século XXI e a partir de uma série de avanços tecnológicos e de comunicação, as cidades foram constituídas por uma série de subsistemas semelhantes aos organismos vivos que lhes permitem responder como tal, de maneira inteligente e coordenada. Segundo o autor, a inteligência nas cidades reside na combinação eficaz de uma infra-estrutura digital de telecomunicações e transporte (sistema nervoso), a inteligência incorporada que está presente em todo lugar (cérebro), os sensores (órgãos sensoriais) e o software (conhecimento e competência cognitiva).

No entanto, o conceito de cidade inteligente surgiu logo no início do milênio como uma fusão de ideias sobre como as tecnologias da informação e comunicação poderiam melhorar o funcionamento das cidades, torná-las mais eficientes e competitivas e fornecer novas maneiras de abordar questões de pobreza, privação social e ambientes poluídos como premissas de cuidados para melhorar a qualidade de vida (Batty *et al.*, 2012, p. 483).

Cidades inteligentes são tipicamente definidas como aquelas que dependem do uso de ferramentas de informação e tecnologias de comunicação (TICs) para obter um desempenho mais inteligente e, portanto, com desempenho mais eficiente dos recursos, o que se traduz em economia de energia e melhorias nos serviços e na qualidade de vida em geral, reduzindo os impactos adversos ao meio ambiente (Shaheen e Cohen, 2017).

Albino, Berardi e Dangelico (2015) registram o uso do termo *'smart city'* pela primeira vez na década de 90, relacionado ao emprego de novas TICs. Esse conceito tornou-se popular na literatura científica e na política internacional, onde se reconhece que as cidades são elementos-chave para o futuro, devido ao seu papel nos aspectos sociais e econômicos, mas também é reconhecido o impacto significativo que elas geraram no meio ambiente. Esse baixo desempenho ambiental é um dos pilares que sustentam os argumentos a favor do crescimento inteligente, para que as cidades desenvolvam novas formas de enfrentar esses desafios. Nesse sentido, o conceito de cidade inteligente não se limita apenas à aplicação de tecnologias nas cidades, mas o leva a outras áreas, o que criou confusão entre os formuladores de políticas públicas que buscam tornar suas cidades mais inteligentes.

Segundo Peter Hall e Kathy Pain (citado em Castells, 2010), na economia do conhecimento os serviços “avançados ou especializados” são indutores do crescimento urbano, da riqueza e do poder, sendo uma das razões que explicam o fenômeno da concentração metropolitana. Esses tipos de serviços estão concentrados principalmente na centralidade urbana e em áreas bem conectadas. Em outras palavras, o fenômeno da desigualdade intra-urbana está presente

tanto em economias desenvolvidas, quanto em economias em desenvolvimento, e diz respeito a quem pode tirar proveito dos serviços e da economia do conhecimento.

Uma nova ciência urbana transdisciplinar

Após uma revisão da literatura sobre cidades inteligentes, aparecem outros conceitos e disciplinas aparentemente relacionados, como ciência da cidade, ciência urbana, ciência da computação ou análise urbana, entre outros. Isso é digno de nota, pois indica que não há consenso na definição de cidades inteligentes e tampouco existe uma estrutura conceitual para esses novos significados. No entanto, a análise a seguir tentará fazer uma abordagem inicial e estabelecer distinções com relação ao que é chamado de cidade inteligente.

Na perspectiva da City Science, as cidades são consideradas processos complexos de sistemas que não são previsíveis e que se baseiam no entendimento desses sistemas de redes e fluxos que interagem com os objetos dentro deles (Siller, 2015). Para estudar a cidade são necessárias outras ciências, como física social, economia urbana, teoria dos transportes e geografia urbana. Além disso, a análise se baseia em ferramentas tecnológicas, como métodos de simulação, para prever interações entre variáveis e fluxos e, assim, ajudar na tomada de decisões futuras sobre as cidades (Batty, 2013).

Uma das distinções feitas pelos proponentes da ciência da cidade em relação à conceitualização da cidade inteligente é que, no uso de ferramentas tecnológicas e de informação, tenta-se entender as necessidades e dinâmicas habituais da população, identificando questões urbanas para gerar instrumentos de simulação de impacto que ajudem na tomada de decisões por consenso, envolvendo mais atores (por exemplo, cidadãos) e contribuindo para alcançar cidades mais humanas.

A ciência da cidade é proposta como uma construção estrutural em direção à visão transdisciplinar para entender os fenômenos urbanos como um objeto complexo, como é o caso da cidade (Gómez et.al, 2019). Trata-se de mudar de uma qualidade interdisciplinar, na qual um grupo de disciplinas ou

abordagens disciplinares compartilham, em direção a uma fusão transdisciplinar, devido ao caráter híbrido da estrutura disciplinar que compõe a ciência das cidades (Wilson 2012, Batty, 2013, citado em Gómez *et. al*, 2019). Isso abrange desde as teorias que constroem o paradigma da complexidade (teoria do caos, teoria dos sistemas, entre outras) até disciplinas reconhecidas como física social, economia urbana, sociologia urbana, entre outras (Batty, 2013).

Essa concepção da cidade como um sistema complexo é consistente com a abordagem interdisciplinar dos sistemas que envolvem as áreas social, ecológica e tecnológica (SETs) (McPhearson *et. al*, 2016; Van der Leer *et. al*, 2019, citado em Gómez *et. al*, 2019). Nessa abordagem, o subsistema social abrange os sistemas sociais, econômicos, políticos, culturais e biosociais, cujos componentes são fundamentalmente indivíduos ou organizações humanas relacionadas entre si e com os outros subsistemas por meio de ações, interações e transações. O subsistema ecológico-territorial, por sua vez, inclui sistemas naturais que agem de duas maneiras, uma vez que funcionam como suporte territorial ou interiores aos demais subsistemas, possibilitando condições para sua produção e reprodução e, ao mesmo tempo, são interpostos por agentes sociais. E o terceiro, o subsistema tecno-infra-estrutural, ou a coleção de sistemas compostos por agentes e dispositivos humanos (sistemas de transporte, geração e distribuição de energia, gestão e governança urbanas, equipamentos, etc.) que mediam os subsistemas anteriores em termos de transformação (produção, fabricação ou execução de processos) ou controle, como organização, gerenciamento e regulação de processos e sistemas.

Consequentemente, a ciência da cidade promove a interdisciplinaridade científica destinada à geração e aplicação de conhecimento, acompanhado da interdisciplinaridade tecnológica destinada a intervenções cognitivas; isto é, envolve a hibridação de disciplinas direcionadas à pesquisa básica e aplicada, e a fusão de disciplinas tecnológicas orientadas ao design de sistemas e processos, dentre as quais se

destaca a administração urbana (Gómez, *et. al.*, 2019).

Embora algumas semelhanças e diferenças sejam percebidas nas diferentes definições de conceitos, os defensores da nova ciência da cidade fazem algumas distinções com relação às cidades inteligentes, para direcionar essa abordagem para o estudo de questões urbanas como sistemas de rede e fluxos interconectados (Batty, 2013). No entanto, o que concordam os defensores das cidades inteligentes e da ciência da cidade é que ambas as abordagens buscam melhorar as condições de habitabilidade da cidade de maneira mais eficiente. Ou seja, melhorias na infraestrutura, provisão de serviços, mobilidade e até a produção de sociedades mais inclusivas.

Dentre os centros de pesquisa aplicada no campo das ciências da cidade (também chamados ciências urbanas ou ciências das cidades inteligentes), em que estão sendo desenvolvidas novas tecnologias para análise espacial e urbana, destacam-se:

- O grupo de pesquisa City Science do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (City Science-MIT Media Lab, anteriormente chamado de Changing Places Group, e sucessor do extinto grupo Smart Cities, que operou de 2003 a 2010). Este centro é voltado para a pesquisa de novos modelos de arquitetura urbana (espaços flexíveis para morar e trabalhar), juntamente com o design de veículos pessoais e autônomos que melhor respondem a necessidades individuais únicas por meio de personalização inteligente. Eles desenvolvem tecnologia destinada a entender e responder à dinâmica humana, ambiental e de mercado. Eles também trabalham no desenvolvimento de sistemas de informações autônomos e em tempo real para a tomada de decisões pessoais, bem como interfaces para convencer as pessoas a adotar comportamentos sustentáveis. As linhas de pesquisa abordam três áreas: locais para morar e trabalhar (mudança de lugar), modelagem urbana, simulação e previsão (escopo

da cidade) e mobilidade sob demanda (veículo elétrico persuasivo - PEV). Este grupo de pesquisa criou uma rede internacional de colaborações com cidades nas quais os laboratórios da City Science foram instalados, incluindo, entre outros: Andorra, Toronto, Hamburgo, Xangai, Taipei e Aalto. A perspectiva desse grupo é desenvolver colaborações em cidades em rápido crescimento na América Latina, África e Índia nos próximos anos, onde os maiores desafios e impactos da urbanização deverão ocorrer no futuro (City Science, Media Lab, 2019).

- Center for Urban Science and Progress (CUSP). Fundada em 2012, a CUSP é um centro de pesquisa interdisciplinar que aplica a abordagem STEM ao serviço das áreas urbanas, empregando soluções e tecnologias orientadas a dados para problemas urbanos complexos. É uma colaboração acadêmica com a cidade de Nova York que busca melhorar os serviços urbanos, otimizar os processos de tomada de decisão do governo local, criar infraestruturas urbanas inteligentes e abordar desafios como crime, poluição ambiental e saúde pública. O centro coleta, integra e analisa informações (dados) de diferentes agências para entender e melhorar os sistemas urbanos e a qualidade de vida. O CUSP afirma o objetivo de ajudar as cidades do mundo a serem mais produtivas, habitáveis, mais justas e resistentes; também afirma supervisionar a agenda de pesquisa para a ciência das cidades. O centro combina especialistas de várias disciplinas nas áreas de física e ciências naturais; informática e ciência de dados; ciências sociais, engenharia e outros campos profissionais, como política, design e finanças (Center for Urban Science and Progress, 2019).
- O Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) of the

University College of London. Fundada em 1995 para liderar o desenvolvimento da ciência das cidades inteligentes, concentra-se na aplicação de modelos computacionais, técnicas de visualização de dados, tecnologias inovadoras de sensores, aplicações móveis e teoria urbana vinculada a sistemas urbanos. Os pesquisadores do centro realizam análises espaciais, utilizando sistemas de informação geográfica e outras formas de representação de dados de espaço e tempo. Os pesquisadores do centro realizam análises espaciais, utilizando sistemas de informação geográfica e outras formas de representação de dados de espaço e tempo. Eles empregam uma ampla gama de métodos: da física social à econometria; juntamente com modelos estatísticos, que vão da realidade aumentada e da detecção hiperlocal, à coleta de dados por meio de *crowdsourcing*. A abordagem é multidisciplinar, aplicada para criar modelos construtivos, visualizar *big data* e desenvolver novos métodos para coletar, analisar e comunicar informações. Na CASA, a teoria dos sistemas e as ciências da complexidade constituem os referenciais teóricos para suas investigações; tecnologias de visualização, interação humana computacional e análise de dados são empregadas para o desenvolvimento de projetos. Este centro oferece soluções para os problemas de eficiência de recursos, planejamento e governança eficaz nas cidades, para torná-los melhores lugares para se viver. O CASA envolve pesquisadores de diferentes formações, como arquitetos, geógrafos, matemáticos, físicos, arqueólogos e cientistas da computação (The Bartlett Center for Advanced Spatial Analysis, CASA, 2019).

- O grupo de Informática Urbana da Universidade de Tecnologia de

Queensland foi fundado em 2006. Em seu trabalho, eles aplicam vários métodos de pesquisa estabelecidos e novos, com o objetivo de identificar desafios e oportunidades em ambientes urbanos. Eles são baseados nas esferas sociocultural, econômica, ecológica e tecnológica. O grupo colabora com diferentes atores individuais, comunidades e organizações dos setores público, privado e social. O objetivo de seus projetos de pesquisa é estudar e co-criar futuros urbanos que sejam mais habitáveis e justos, garantindo que os resultados tenham um impacto na sociedade. Os pesquisadores do grupo vêm de diferentes áreas: humanidades e ciências sociais; design, planejamento e arquitetura; interação homem-computador, tecnologia da informação e ciência da computação.

- O Urban Analytics Lab da Universidade Nacional de Cingapura é um grupo de pesquisa interdepartamental e multidisciplinar que foi criado em 2019. Eles se concentram em análises urbanas, ciência de dados geográficos e modelagem de cidades em 3D. Seus projetos estão ligados às disciplinas de arquitetura, planejamento urbano e incorporação imobiliária. Para o desenvolvimento de seus estudos, eles usam infraestrutura, tecnologia de computação geoespacial e urbana (geomática, padronização de dados, qualidade dos dados, aprendizado de máquina e sistemas de informações geográficas) (Urban Analytics Lab, 2019).
- O Centro de Análise de Planejamento Espacial e Visualização do Instituto de Tecnologia da Geórgia. Este Centro, anteriormente chamado de Centro de Sistemas de Informação Geográfica, dedica-se ao desenvolvimento de tecnologias geoespaciais há quase 20 anos. Nele, os pesquisadores buscam criar uma simbiose entre tecnologia e gerenciamento de dados para que as

políticas públicas construam argumentos na fase de tomada de decisão para realizá-la de maneira informada. Seu trabalho gira em torno de várias disciplinas, como: transporte, planejamento urbano, conservação (terra e animais), energia renovável, áreas verdes e meio ambiente.

- Os laboratórios de inovação tecnológica da ONU (UNTILs). Eles se concentram no uso de tecnologia inovadora para resolver algumas das necessidades mais urgentes da humanidade e, como pertencem às Nações Unidas, suas análises estão sempre alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Cada laboratório é baseado em diferentes temas humanitários que são centrais de acordo com o local específico. Atualmente, existem quatro: Egito, Índia, Finlândia e Malásia. Diferentemente dos outros centros de pesquisa de constituição acadêmica listados nesta seção, esses laboratórios foram criados com os auspícios dos governos nacionais de cada sede, que devem regular a participação e colaboração de outros atores, como centros de pesquisa e entidades do setor privado (alguns estão localizados em centros de tecnologia e/ou negócios) ou *startups* (United Nations Technology Innovation labs, 2019).

Esses centros de pesquisa têm em comum, em maior ou menor grau, o desenvolvimento da ciência básica e aplicada aos problemas urbanos; sinergia com outros setores ou atores locais, como governos, sociedade civil e indústria; bem como a interdisciplinaridade. Entre seus objetivos está a busca por eficiência e equidade nas cidades. No entanto, exceto pelos recentes laboratórios da ONU (UNTILs), a maioria deles está localizada em cidades de economias desenvolvidas, onde esses problemas não são comparáveis aos da América do Sul e da América Latina em particular.

Uma ciência para cidades ricas ou para aliviar a pobreza e a desigualdade?

Um dos argumentos que os propulsores da ciência da cidade estabelecem é que não apenas as novas tecnologias e aplicações revolucionam a maneira de fazer as coisas, facilitam as atividades e melhoram a produtividade das empresas, mas também proporcionam maior inclusão social (Prince & Jolías, 2017). No entanto, essas vantagens são possíveis para economias emergentes em contextos de escassez de recursos, baixo nível educacional da população, necessidades básicas não atendidas, insegurança, falta de informação, entre outras preocupações?

Há uma grande brecha digital no México, sendo que para solucionar isso, são necessários além dos recursos econômicos, como também algumas mudanças em nossas instituições. Essas mudanças parecem particularmente desatualizadas, com as rápidas transformações tecnológicas ocorrendo em todo o mundo.

Na Constituição mexicana, o acesso à Internet é estabelecido como um direito para que todos os cidadãos estejam bem informados. Em 2013, durante a última administração federal, o projeto do governo 'Connected Mexico' (em espanhol: México Conectado) foi lançado especificamente para tratar desse direito constitucional e garantir o acesso ao serviço de Internet em banda larga. Para isso, foram estabelecidas redes de telecomunicações em locais e espaços públicos, como escolas, centros de saúde, bibliotecas, centros comunitários e parques, nos níveis federal e estadual. Nessa administração atual, 101 mil sites foram conectados e espera-se que o nome do programa seja 'Internet para Todos' (Governo do México, 2019).

No entanto, o direito de acesso à Internet não é exercido de maneira justa; a desigualdade de acesso responde a questões de educação, renda, idade e gênero, sendo essas diferenças mais acentuadas em grupos marginalizados (Merino, 2017). Embora não existam dados ou estudos que permitam avaliar a estratégia do Connected Mexico que buscava reduzir o fosso digital, a Pesquisa Nacional sobre Disponibilidade e Uso de Tecnologias de Informação nas Famílias (INEGI, 2019)

fornece algumas diretrizes que indicam que essas desigualdades digitais são ainda consideráveis, embora tenham sido feitos progressos no sentido de reduzi-los.

Nos últimos anos, a média mundial de pessoas com acesso à Internet passou de 10% em 2000 para 50% em 2015, e o México ficou abaixo da média mundial até 2013, quando atingiu uma taxa de 43,5%. Merino (2017) conclui que entre 2010 e 2015 houve um aumento de usuários e residências conectadas; no entanto, é necessário melhorar a situação de alguns lugares, que ainda estão sem o acesso à Internet. Existe grande desigualdade no acesso à Internet e, portanto, no conhecimento, refletindo a desigualdade econômica do país (Merino, 2017).

Essa condição de desigualdade está relacionada à mudança urbana que se entrelaça com a mudança neoliberal, cognitiva e cultural (Scott, 2011). Na cidade global, neoliberal, há uma re-estratificação das classes trabalhadoras: por um lado, um polo integrado pela classe analítica e criativa, e, por outro, um polo formado por uma subclasse de serviço de baixos salários em que trabalhadores realizam atividades informais e muitas vezes subvalorizadas, como manutenção e trabalhos domésticos; sendo que o número deste último está aumentando. Portanto, há uma contradição no que a teoria da cidade criativa busca: tolerância e redistribuição de renda, o que na prática não ocorre (Scott, 2014). Pelo contrário, existem autores que afirmam que existe o risco de que, como não existem mecanismos para os governos investirem em tecnologia avançada que atenda às necessidades de crescimento urbano e seus aspectos socioeconômicos na escala da cidade, a tecnologia seria um intensificador das desigualdades sociais, permanecendo acessível apenas aos setores mais favorecidos da população (Thakuria *et al.*, 2017: 7).

Ferramentas tecnológicas para análise urbana

Como mencionado anteriormente, as TIC e a "Internet of Things" (IoT) foram incorporadas em todas as áreas da vida cotidiana nas últimas décadas e estão presentes em grande parte das atividades econômicas e sociais. Em alguns contextos,

não apenas os processos ou a experiência do usuário foram aprimorados, mas as próprias atividades foram completamente modificadas. Inteligência artificial, robótica e *big data* também têm várias aplicações nas áreas de medicina, mobilidade (por exemplo, veículos elétricos e autônomos), educação, agricultura e impressão 3D. Isso foi chamado de 4ª Revolução ou Era Exponencial, e espera-se que muitas indústrias sejam transformadas ou desapareçam nos próximos 5 a 10 anos, devido à velocidade e magnitude das mudanças geradas; por exemplo, entre as empresas dissolvidas está a Kodak, como consequência do surgimento de câmeras digitais. Além disso, surgiram novos modelos de negócios, como Uber e Airbnb, que são desenvolvidos a partir de um software que reúne todos os processos da atividade, mas a empresa que os controla não investe em veículos ou propriedades (Gollub, 2016).

Na área de mobilidade e transporte, as pesquisas sobre o comportamento humano e a relação entre esses comportamentos ou padrões são afetadas pelas condições individuais. Esta pesquisa foi realizada nas últimas quatro décadas, devido ao interesse em prever a demanda futura de grandes projetos de investimento em transporte. Para esse fim, instrumentos foram usados para coletar informações, como pesquisas de viagens (pesquisas sobre o destino de origem ou O-D) que podem ser acompanhadas por aplicativos de GPS. Esses tipos de pesquisas dependem da participação ativa do usuário e, portanto, são limitados, caros e com amostras relativamente pequenas (Chen, *et al.*, 2016). O rápido desenvolvimento de tecnologias de mobilidade e dispositivos móveis gerou uma grande quantidade de informações 'passivas', já que o usuário as gera involuntariamente, simplesmente por meio de seu telefone celular, ou sem a intenção de usá-las para fins utilitários de consulta. Essa informação chamada *big data* é coletada através da entrada de redes sociais (Facebook, Twitter, WhatsApp); celulares; cartões inteligentes para transporte público; planejadores de rotas e dados de tráfego, como Google Maps, TomTom, My Drive ou Waze. Esses aplicativos permitem que os usuários calculem tempos e rotas de viagem através de um sistema de posicionamento global. Frequentemente, para descrever a

mobilidade, dados de cartões bancários e outros sensores ou dispositivos também são empregados. Existem alguns aplicativos com maior potencial de contribuição devido ao tipo de informação que eles coletam; por exemplo, as informações dos táxis mostram padrões de motoristas, e não de usuários; os cartões inteligentes produzem dados sobre o uso dos modos de transporte; e o uso de telefones celulares fornece maior precisão das informações espaciais e temporais do que as das redes sociais (Chen, *et al.*, 2016; BID, 2019).

Big data fornece informações para um melhor planejamento e, portanto, representa uma entrada particularmente importante para melhorar a infraestrutura e os serviços de transporte. Pode ajudar a analisar diferentes comportamentos de viagem, entre os quais se destacam as questões de gênero (por exemplo, como as mulheres se deslocam no transporte, questões de insegurança, assédio, falta de acesso) que são identificadas, e que podem ser melhoradas. A disponibilidade dos dados ajuda a entender como os usuários se movem e, assim, auxilia na tomada de decisões conscientes sobre sistemas de mobilidade mais eficientes (BID, 2019).

A inteligência digital fornece informações em tempo real para a tomada de decisões, o que economiza tempo e custos. Recentemente, começou a ser aplicado a assentamentos informais, onde instituições oficiais não coletam informações. Consequentemente, a inteligência digital é uma ferramenta inovadora da qual os usuários são uma parte central do sistema, pois são geradores de entradas de informações (BID, 2019). A falta de dados sobre assentamentos informais é um problema no México há muitos anos, uma vez que o Instituto de Estatística, Geografia e Informática (INEGI, na sigla em espanhol) não registra os usos da habitação e da terra que ocorrem em terreno irregular, o que é incompreensível para um país em que se considera que cerca de 50% da área urbana do país foi desenvolvida a partir de assentamentos irregulares.

Portanto, as tendências tecnológicas se concentram no uso da inteligência artificial; a robótica é usada em processos de fabricação e outras atividades como agricultura ou

trabalho doméstico; o big data permite assumir tendências, tomar decisões ou desenvolver políticas nos setores público e privado; a IoT está presente em tudo o que fazemos, porque os objetos podem ser interconectados através de sensores e máquinas que geram todos os tipos de informações para medir, monitorar ou operar dispositivos remotamente, como acontece com veículos autônomos, que terão um papel de liderança no transporte de indivíduos e mercadorias, bem como na ocupação do espaço público. Entre os impactos esperados de seu uso está a diminuição de acidentes e a consequente transformação dos negócios de seguros. Outra mudança substancial está ocorrendo nos sistemas de energia, o que permitirá, por exemplo, a dessalinização da água a custos significativamente baixos e a virtualização de muitos serviços, como educação, comércio e até moeda. Essas mudanças tecnológicas podem transformar os modelos econômicos e sociais de hoje (Prince e Jolíás, 2017).

A evolução da tecnologia se manifesta nas atividades do cotidiano das pessoas, com alterações que geram bem-estar. No entanto, essas mudanças - cada vez mais rápidas - não são assimiladas por grupos vulneráveis porque, como possuem recursos limitados, não podem se adaptar e se beneficiar deles; o que significa que longe de melhorar a situação abrangente de uma comunidade, intensificam as desigualdades existentes. Consequentemente, é necessário construir políticas públicas que permitam a esses grupos vulneráveis melhorar suas condições e, assim, avançar para as próximas fases, reduzindo as diferenças de desigualdade existentes.

Observações finais

A ciência da cidade como uma nova disciplina precisa estabelecer uma estrutura teórica comum em nível internacional que evite gerar diferentes interpretações e mal-entendidos em sua concepção como uma transdisciplina sócio-ecológica-tecnológica. Ele deve ser diferenciado de outros conceitos e campos com os quais está relacionado: cidades inteligentes, ciência urbana, análise urbana e computação urbana.

As escolas de pensamento mais influentes estão localizadas em cidades de países desenvolvidos e, embora tenham produzido estudos sobre os colegas em desenvolvimento, seu trabalho está focado nos países de origem. O grupo de pesquisa do MIT City Science e a CASA se destacam por suas realizações, sob a liderança de Kent Larson (anteriormente de William Mitchell) e de Michael Batty, respectivamente.

Nos centros de pesquisa revisados neste estudo, observa-se como constante o discurso sobre o uso da tecnologia para alcançar cidades mais equitativas. No entanto, existem poucas evidências sobre aplicações concretas para abordar os problemas mais urgentes da urbanização nas cidades mexicanas, em parte, porque esses centros estão localizados em países com economias desenvolvidas que apresentam questões diferentes das que afetam as cidades das economias emergentes.

Na América Latina e no Sul, em geral, ainda existem poucos exemplos de programas de políticas públicas que aplicam tecnologia à análise e resolução de questões populacionais; na maioria das vezes, eles se concentram na vigilância (câmeras em espaços públicos) e na obtenção de dados biométricos para o registro de pessoas (por exemplo, credenciais de eleitor do Instituto Nacional Eleitoral do México), mas existem poucos esforços palpáveis para melhorar a qualidade de vida das comunidades. Este último deve ser a orientação dos projetos de pesquisa em ciências da cidade na região.

Em resumo, o desafio das mudanças tecnológicas no contexto das economias em

desenvolvimento está ligado a transformações regulatórias e institucionais. Envolve novos modelos de negócios e políticas públicas que geram incentivos para o desenvolvimento tecnológico e seu acesso justo pelos diferentes grupos populacionais. Nesse sentido, três desafios são apresentados para o desenvolvimento de uma ciência da cidade, nas cidades da América Latina: gerar um referencial teórico de referência para a ciência da cidade na região, utilizar os recursos limitados existentes nas cidades de maneira eficiente e dedicar a tecnologia a um uso diferente daquele a que o estado a destinou: vigilância e controle de os cidadãos.

A atual pandemia causada pelo COVID-19 está demonstrando como a adaptação a novos modos de vida e trabalho através do uso da tecnologia é relativamente mais fácil para certos grupos socioeconômicos da população e como, ao contrário, está afetando grupos mais vulneráveis que apresentam, intrinsecamente, maior risco em questões financeiras e de saúde (Bergamini, 2020).

Temos aproximadamente 70 mil anos habitando a Terra e nos concebendo como seres cognitivos, mas essa qualidade não nos torna melhores que nossos ancestrais primatas; atingimos graus exponenciais de desenvolvimento tecnológico, o que nos deixa a um passo de criar seres potencialmente mais inteligentes que nós; no entanto, não nos ajudamos a alcançar uma sociedade mais justa e respeitosa com o meio ambiente. É hora de realizá-lo através da tecnologia, através da ciência da cidade.

Notas

¹ Perspetiva traduzida por Fernanda C. Ventrorm.

Referências

Albino V., Berardi, U., & Dangelico, R.M. (2015) Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21.

Batty, M., et al. (2012) Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518.

Batty, M. (2013) *The New Science of Cities*, Cambridge Massachusetts: MIT.

Bergamini, E. (2020) *How COVID-19 is laying bare inequality*. Disponível em: <https://www.bruegel.org/2020/03/how-covid-19-is-laying-bare-inequality/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].

Workshop BID (2019) *Presentación de Resultados del Toolkit: Big Data a partir del uso de datos de celulares aplicados a la movilidad*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ksq62-5PeCE> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].

- Castells, M. (2010) Globalization, Networking, Urbanization: Reflections on the Spatial Dynamics of the information Age. *Urban Studies*, 47(13) 2737-2745.
- Center for Spatial Planning, Analytics and Visualization (2020) Georgia Institute of Technology - College of Design. Disponível em: <https://cspav.gatech.edu/> [Consultado em: 14 de janeiro de 2020].
- City Science, Media Lab (2019) *Overview: Massachusetts Institute of Technology, MIT*. Disponível em: <https://www.media.mit.edu/groups/city-science/overview/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Chen, C. et al. (2016) The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. *Transportation Research Part C*, 68, 285-299. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2016.04.005>
- Datta, A., & Odendaal, N. (2019) Smart cities and the banality of power. *Environment and Planning D: Society and Space*, 37(3), 387-392. doi:<https://doi.org/10.1177/0263775819841765>
- Eisler, R. (1998). *El Cáliz y la Espada*. México, Editorial Pax, Cuatro Vientos Editorial.
- Gobierno de México (2019). *México Conectado*. Disponível em: <https://www.gob.mx/mexicodigital/articulos/mexico-conectado> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Gollub, U. (2016). *How the future will look like*. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/how-future-look-like-udo-gollub/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Gómez et. al. (2019). Proyecto curricular para la conformación del programa de Maestría en Ciencia de la Ciudad (MCCd). Universidad de Guadalajara. Documento de trabalho não publicado.
- Harari, Y.N. (2018) *De animales a Dioses: Breve historia de la humanidad*. 12ª. ed., Buenos Aires: Debate.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2019). Encuesta Nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares (ENDUTIH). Disponível em: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Merino, J. (2017). *México conectado: más internautas, mismas brechas*. Horizontal, Enero 25, 2017. Disponível em: <https://horizontal.mx/mexico-conectado-mas-internautas-mismas-brechas/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Mitchell, W. (2007). *Intelligent Cities*. UOC Papers e-Journal on the Knowledge Society. Disponível em: www.uoc.edu/uocpapers/5/dt/eng/mitchell.pdf [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Mumford, L. (1961). *The city in history: Its origins, its transformations, and its prospects* (Vol. 67). Houghton Mifflin Harcourt.
- Prince A. e Jolías L. (2017) Tendencias Tecnológicas. Colección CICOMRA. Cámara de informática y Comunicaciones de la República Argentina. Buenos Aires: Autores de Argentina. Disponível em: <https://cicomra.org.ar/documentos/>. [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Real Academia Española, RAE (2019) Disponível em: <https://dle.rae.es/tecnologia/C3%ADa?m=&e=> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].
- Scott, A. J., (2011). Emerging cities of the third wave. *City*, 15(3-4), 289-321.
- Scott, A. J., (2014). Beyond the Creative City: Cognitive-Cultural Capitalism and the New Urbanism. *Regional Studies*, 48:4, 565-578.
- Shaheen S., & Cohen, A. (2017). *Smart Cities and the Future of Transportation*. University of California Berkeley. Disponível em: <https://www.move-forward.com/smart-cities-and-the-future-of-transportation/> [Consultado em: 18 de novembro de 2019].