

Utilização de um fab lab na educação STEAM

Desenvolvimento de Tecnologias de informação inseridos num contexto de smart city por meio de um fablab

Use of a fab lab in STEAM education

Development of Information Technologies inserted in a smart city context through a fablab

Renato Souza

Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
renato.csousa@hotmail.com

João Rocha

Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
jrocha@ipb.pt

Isabel Maria Lopes

Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
UNIAG, Polytechnic Institute of Bragança, Portugal

ALGORITMI Centre, Minho University, Guimarães,
Portugal
isalopes@ipb.pt

Catarina Rocha

Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
catarina.rocha@ipb.pt

John Carvalho

Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal
john_mgc@hotmail.com

Resumo — Dois conceitos muito disseminados ao redor do globo tornaram-se obsoletos, os conceitos de cidades como as conhecemos atualmente, com demasiada exploração dos recursos naturais existentes e o conceito de educação, onde ainda se ensina como no século passado. Embora haja novas ferramentas capazes de melhorar esse cenário, como as tecnologias de informação em comunicação (TIC), elas ainda são pouco utilizadas para adequação desses conceitos à realidade em que vivemos hoje. Para isso, novas maneiras de pensar as cidades e o ensino vêm surgindo. As smart cities, o modelo de educação STEAM, as TIC's e os laboratórios de fabricação digital (fab labs), podem ser uma combinação poderosa no desenvolvimento e implementação de tecnologias capazes de ajudar nessa transição.

Palavras Chave - smart city; TIC; STEAM; fab lab.

Abstract — Two very widespread concepts around the globe have become obsolete, the concepts of cities as we know them today, with too much exploitation of existing natural resources and the concept of education, where it is still taught as in the last century. Although there are new tools capable of improving this scenario, such as information technologies in communication, they are still little used to adapt these concepts to the reality in which we live today. To this end, new ways of thinking about cities and education are emerging. Smart cities, the STEAM education model, ICTs and digital labs (fab labs), can be a powerful combination in the development and implementation of technologies capable of helping in this transition.

Keywords - smart city; TIC; STEAM; fab lab.

I. INTRODUÇÃO

O conceito de smart city surgiu com o objetivo de implementar inovações tecnológicas nas cidades, porém com o passar do tempo e amadurecimento da ideia, o conceito vem

convergindo para uma abordagem mais humana, onde a implementação de inovações na área de Tecnologia e Inovação e Comunicação, as chamadas TIC's, passam a ser apenas uma ferramenta para que as cidades possam fornecer serviços de qualidade para as pessoas que nela habita, ou seja cidades que proporcionem melhor qualidade de vidas às pessoas que nelas habitam e às pessoas que as visitam.

Porém, as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento das cidades, tanto os gestores quanto os utentes, devem ser capazes de usufruir desses recursos emergentes de tecnologia de maneira a se tornarem parte agente de processo. Para isso, os métodos de educação utilizados por essas cidades devem estar de acordo com a tecnologia que elas dispõem, porém em muitos dos casos os modelos adotados tornaram-se obsoletos, ensina-se em escolas como se fazia há muito tempo, as pessoas e os processos se modernizaram, mas as escolas não acompanharam essa modernização que acontece a um ritmo vertiginoso.

Com o surgimento de novos modelos de desenvolvimento de cidades, já que o modelo atual se tornou insustentável para os recursos que dispomos, surgem também novos modelos de ensino, como a educação STEAM, PBL, entre outros. Com esses novos modelos de educação, passaram a ser utilizadas novas ferramentas de aprendizagem e novos ambientes de aprendizagem, não limitando mais os alunos ao livro e às salas de aula. A implementação de TIC's na área da educação passa a ser cada dia mais importante, assim como os ambientes não formais de ensino, como é o caso de um fab lab.

Com este trabalho de investigação pretendeu-se aclarar a forma como os conceitos anteriormente abordados, uma vez conjugados podem contribuir para uma evolução em várias dimensões. Assim após esta introdução, passamos a uma

contextualização do conceito smart city, seguindo-se o terceiro ponto que pretende abordar a metodologia STEAM. No ponto quatro a abordagem foi relativamente aos Fab Labs no processo de aprendizagem. Antes da conclusão, foi abordada a articulação entre as tecnologias de Informação e comunicação e os Fab Labs.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO DO CONCEITO SMART CITY

O termo smart city surgiu com o intuito de descrever o fenómeno de desenvolvimento urbano, que cada vez mais depende da tecnologia num mundo inovador e globalizado, principalmente numa perspectiva económica [1].

Mahizhnan [2] publica o primeiro artigo a respeito do tema, intitulado “Smart cities: The Singapore case”, relatando desafios enfrentados pelo país para superar as suas dificuldades geográficas e limitações de recursos naturais, apostando na formação das pessoas para passá-los de meros espectadores das novas tecnologias para participantes ativos da nova comunidade inteligente, além da implementação de TICs que efetivamente afetariam na vida destas, mas de forma a integrá-los e a colocá-las ao serviço das pessoas, não as tornando reféns destas novas tecnologias, transformando a maneira como os habitantes se relacionam em sociedade. Porém, por exemplo, no caso de Singapura, a implementação das TICs acontece de maneira direta, feita pelos administradores da ilha, sendo necessário uma reeducação da população, para que as pessoas pudessem usufruir dos recursos tecnológicos da melhor maneira possível.

Não existe um consenso em torno do conceito de smart city. Na literatura existem defensores de uma abordagem de cima para baixo, onde os gestores das cidades implementam as TICs e os cidadãos são meros utilizadores, como no caso de Singapura [3]–[5], porém também há uma abordagem que acredita na horizontalidade do conceito, deixando de lado a centralização do poder, onde todas as pessoas são envolvidas no processo, direta ou indiretamente. A abordagem de baixo para cima para cidades inteligentes deixa de se focar na implementação de tecnologias e passa a focar-se nas pessoas como força motriz maior para a mudança, rejeitando assim, qualquer forma de urbanização de cima para baixo, principalmente as que envolvam grandes empresas do setor privado. A cidade inteligente de baixo para cima é sobre cidadãos inteligentes, capazes de usarem os recursos disponibilizados para a melhoria da qualidade de vida deles próprios. Na literatura essa abordagem é retratada em [6]–[8].

O conceito mais difundido passa por uma abordagem mista, mesclando iniciativas top-down, onde os gestores da cidade implementam TICs que visam a melhoria da qualidade de vida na cidade a longo prazo e iniciativas bottom-up, onde os cidadãos como atores fundamentais desenvolvem tecnologias para implementação na comunidade onde vivem afim de afetar de maneira imediata e direta a vida das pessoas. “Acreditamos que uma cidade é inteligente quando investimentos em capital humano e social e infraestrutura de comunicação tradicional (transporte) e moderna (TIC), alimentam o crescimento econômico sustentável e alta qualidade de vida, com uma gestão inteligente dos recursos naturais, através do governo participativo.” [9]. Seguindo por esse caminho, Hollands [10] enfatiza que cidades inteligentes não são apenas cidades que implementam tecnologias de informação cada vez mais

sofisticadas, mas também necessitam da colaboração de um elevado grupo de pessoas para que elas funcionem. Ainda acerca do tema, Giffinger [11] apresentam uma discussão elaborada sobre o conceito de cidade inteligente e identificam seis características. Essas características combinam o que são cidades inteligentes (pessoas inteligentes, governo inteligente) e o que elas pretendem alcançar (economia inteligente, mobilidade inteligente, ambiente inteligente e vida inteligente). Ele ainda afirma que “o termo Cidade Inteligente também é usado em relação à educação de seus habitantes. Uma cidade inteligente tem, portanto, habitantes inteligentes em termos de escolaridade.”

Assim, para uma melhor elucidação sobre o tema smart city, a Figura 1 aborda as suas principais características e indicadores.

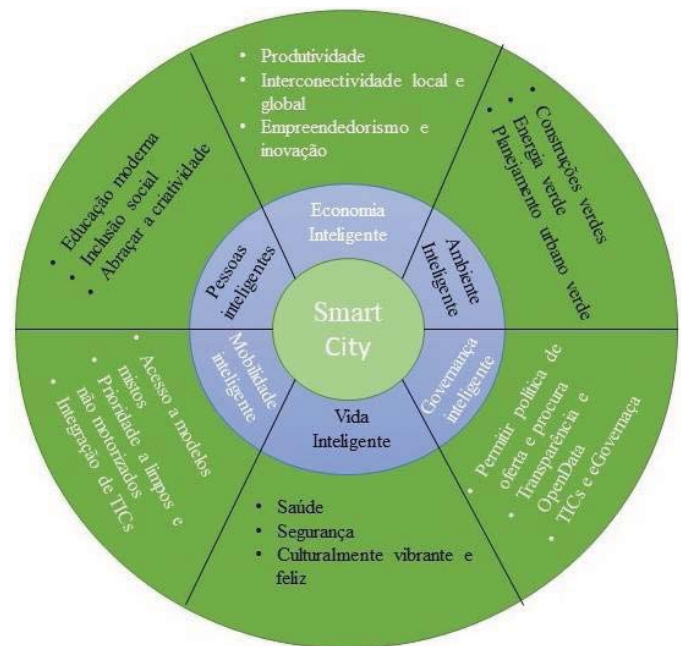


Figura 1 - Características e indicadores de smart city. Adaptado de [12]

Dito isto, o sistema educacional de cidades inteligentes deve formar o cidadão que seja capaz de, além de usufruir da tecnologia disponibilizada pelos gestores da cidade, seja capaz também de participar de maneira ativa no desenvolvimento dessas tecnologias.

III. METODOLOGIA

Sabendo que para se ter uma cidade inteligente é preciso cidadãos inteligentes, o sistema de educação deve acompanhar o ritmo do desenvolvimento das tecnologias e das cidades em crescimento para formar pessoas mais criativas e críticas. O modelo de ensino onde, dentro de uma sala, o professor fala e o aluno simplesmente toma nota, cada vez mais se torna insuficiente. Desta forma foi selecionado a metodologia de educação STEAM, dentre outras como a PBL, como uma forma alternativa de se transmitir o conhecimento.

Pensando nisto, adotando conceito que se baseasse na multidisciplinaridade, pois as áreas da ciência já não podem ser tratadas separadamente e percebendo que a sala de aula também

não é o único ambiente de ensino fundamental para o desenvolvimento desta metodologia, locais alternativos para a construção do saber é um ponto muito importante e que colabora com o despertar da criatividade. E para isso o ambiente proposto foi o do FabLab.

A STEAM deve ser aplicada em um ambiente não formal, onde o aluno possa ficar mais livre e não sinta a carga da obrigação de ter que absorver todas as palavras do professor. Um ambiente não formal que se enquadra neste quesito são os FabLabs. Neles pode se encontrar todas as condições favoráveis para um ensino multidisciplinar de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática com atividades práticas e que assimilam de maneira simultânea todas as áreas descritas anteriormente.

Neste artigo exemplificaremos trabalhos que foram executados nestes laboratórios de fabrico digital, utilizando-se da metodologia de ensino STEAM, com o auxílio das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento de cidades ou comunidades inteligentes, já que se acredita que os FabLabs, na maioria das vezes, são subutilizados pelos gestores das cidades que os abrigam para o desenvolvimentos das mesmas.

IV. STEAM

Diversos autores [3]–[8], [10], [11] abordam o tema smart city, descrevem a participação de pessoas, o sistema educacional e a implementação de TIC's, como sendo peças fundamentais no desenvolvimento de cidades inteligentes, buscando alternativas para os padrões de crescimento atuais que se tornaram insustentáveis.

Quando Singapura decidiu tornar-se uma ilha inteligente para aumentar a sua atratividade e melhorar a qualidade de vida das pessoas, os gestores da ilha implementaram diversas tecnologias no seu território como computadores e várias TIC's. No entanto viu-se obrigada a investir em formação de seus habitantes para serem cidadãos com habilidades suficientes para poderem usufruir de forma inteligente dos novos recursos disponíveis. Então, através de um plano diretor com educação baseadas em TIC, o governo considerou a proficiência no uso de computadores tão importante quanto a leitura, escrita e matemática. Isso garantiu que toda a criança que frequentasse a escola agregasse conhecimento complementar, não apenas em informática, mas também em pensamento criativo, capacidade de aprendizagem independente e contínua, competências mais tarde difundidas de forma mais aprofundada no modelo de educação STEAM.

STEAM é um acrônimo, em inglês, que compreende as matérias de Ciência(S), Tecnologia(T), Engenharia(E), Artes(A) e matemática (M). É considerado uma metodologia ativa onde o aluno é o agente principal na busca do conhecimento, estando o professor apenas como uma figura para auxiliá-lo no processo de aprendizagem. Este método de ensino que tem como propósito a multidisciplinaridade das matérias proporcionando meios para que o aluno possa resolver problemas de forma criativa e inovadora, levando-os a pensar de forma mais crítica e reflexiva.

Assim como Singapura precisou fazer uma reeducação dos seus habitantes e uma reformulação nos seus métodos de ensino para a educação básica, para que os cidadãos fossem capaz de utilizar as novas TIC's que foram implementadas, o modelo atual de educação difundido em vários países espalhados pelo mundo também necessita passar por mudanças profundas nas suas ideias. Com a rápida evolução das tecnologias, percebeu-se que o sistema educacional não estava acompanhando este desenvolvimento e por tanto um modelo de educação ativo deveria ser utilizado para conseguir explorar melhor o conhecimento em áreas científicas

Desta forma, para atender esta necessidade surgiu então a metodologia STEM para uma educação de forma mais criativa e incorporando as TIC's no processo de aprendizagem. Futuramente este termo tornou-se STEAM com o agrupamento de mais uma área de estudo.

Os estudantes expostos a este método, envolvem-se em soluções de problemas reais de forma multidisciplinar, através de atividades ligadas diretamente à ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Os alunos aprendem a planejar, exercitam a tentativa e erro, a colaboração e a perseverança, lições muito úteis, independentemente da carreira que venham a seguir. Na metodologia STEAM, o erro não é ignorado, mas o estudante é estimulado a reconhecê-lo e utilizá-lo como aprendizagem. O método tem como objetivo fazer com que as crianças se questionem, observem, investiguem e reflitam sobre as suas ideias.

Para que o estudante possa desenvolver o conhecimento através deste modelo, o ambiente de sala de aula já não se torna suficiente para atrair a sua atenção e instigar sua curiosidade pelo saber. Sabendo disso, pesquisadores [13] em educação, professores e profissionais que trabalham com divulgação científica vem trabalhando um conceito chamado “espaço não-formal de educação”, ou simplesmente “espaço não-formal.” Jacobucci [13] diz que espaço não-formal, por mais complexa que seja sua definição, pode ser resumida e classificada de duas formas: locais que são instituições e locais que não são instituições. A autora afirma, ainda, que a principal diferença é que em locais que são instituições há técnicos responsáveis por orientar as ações realizadas no ambiente, como museus, centros de ciências, parques ecológicos, jardins botânicos, institutos de pesquisa e outros, os locais não-instituições são os outros lugares naturais ou urbanos que não dispõem destes profissionais mas podem ser usados para a educação, sendo parques, casa, rua, praça, cinema, teatro e outros.

Como uma forma de espaço não-formal destaca-se um laboratório de fabricação digital, bastante difundido ao redor do mundo, o fab lab. Estes laboratórios são espaços makers onde qualquer pessoa pode utilizar o local para colocar em prática suas ideias ou desenvolver outras habilidades e adquirir novos conhecimentos no processo.

V. FABLAB NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

O primeiro fab lab surgiu no Centro de Átomos e Bits (CBA) do Massachusetts Institute of Technology (MIT), laboratório que tem como objetivo o interesse pelo que eles chamam de nova revolução industrial conhecida por revolução digital, mais

especificamente interesse pela fabricação digital. A motivação para a criação do laboratório de fabricação, o fab lab, surgiu enquanto o professor do CBA, Neil Gershenfeld lecionava uma aula chamada “*How to make (almost) anything*” e se surpreendeu com a demanda de alunos que tinham interesse em participar destas aulas. Criado em 2001, este curso permite aos estudantes dominar a utilização de diferentes máquinas de comando numérico disponíveis no CBA.

O conceito de laboratório de fabricação idealizado por Neil Gershenfeld no início do século XXI, cresceu de tal maneira que se tornou independente de seu criador, ganhando relevância internacional, passando a ser uma comunidade criativa aberta a quem estivesse interessado em participar, desde que seguissem os princípios implementados no primeiro fab lab, princípios estes que posteriormente foram homologados pela Fab Charter.

Existem fab labs distribuídos por mais de 100 países, totalizando mais de 1750 laboratórios da rede. Desde laboratórios comunitários até centros de pesquisa avançados, os fab labs compartilham o objetivo de democratizar o acesso às ferramentas para invenções técnicas. Essa comunidade é simultaneamente uma rede de fabricação, um campus de educação técnica distribuída e um laboratório de pesquisa distribuído, trabalhando para digitalizar a fabricação, inventando a próxima geração de fabricação e fabricação pessoal.

A procura local atraiu fab labs para os mais diversos locais do mundo. Embora exista uma variedade grande de localidades e modelos de financiamento, todos os laboratórios compartilham os mesmos recursos principais. Isso permite que os projetos sejam compartilhados e as pessoas viajem entre os laboratórios, tendo a oportunidade de participar dos mais variados projetos.

Baseado na cultura de Do it Yourself (DiY), os fab labs podem ser uma ferramenta muito útil no desenvolvimento de atividades técnicas e artísticas, já que ao contrário da maioria dos laboratórios de prototipagem, os utilizadores são ensinados pelos técnicos do laboratório a fazerem por conta própria todas as etapas do projeto, desde a lapidação da ideia, modelagem em software de desenho assistido por computador (no inglês computer-aided design) CAD, execução em softwares de manufatura assistida por computador (no inglês computer-aided manufacturing) CAM para a prototipagem de um modelo final da ideia. Porém como os laboratórios estão ligados em rede, a participação dos utilizadores pode se dar de maneira colaborativa em outros projetos existentes na rede, numa metodologia do it with others (DIWO).

VI. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E OS FAB LABS

Diversos são os processos que podem ser desenvolvidos ao abrigo de um fab lab que utilizam as TIC's como ferramenta e podem ser um apoio claro ao modelo de educação STEAM, muito baseado em projetos.

Dentre os processos difundidos no fab lab estão:

- Modelagem 2D/3D através de softwares nativos ou open source para desenho e concessão do modelo desenvolvido por meio de impressoras 3D.

- Modelagem 2D através de softwares open source e recorte do modelo desenvolvido através de cortadoras laser ou fresagem em CNC.
- Programação de Arduino, raspberry PI, para controle eletrônico.
- Desenvolvimento, gestão e validação de dados.

Utilizando-se estes processos citados, vários projetos têm ganhado notoriedade e relevância em diversas partes do mundo, e como o fab lab, tem como uma de suas premissas a conectividade entre os laboratórios, ideias que emergem e diversas partes do globo podem ser adaptadas e utilizadas em locais diferentes de acordo com a realidade da comunidade. A Tabela 1 relata alguns projetos desenvolvidos em fab labs que abordam as temáticas STEAM e TIC's.

Tabela 1 - Projetos desenvolvidos por fab labs

Propostas	Título
Projeto I	Construção de uma maquete
Projeto II	Mobilidade sustentável de uma Smart City com implementação de TIC's
Projeto III	Desenvolvimento de uma metodologia smart city para os diferentes setores da cidade
Projeto IV	Fab City

O projeto I foi desenvolvido no Fab Lab Livre SP, no Brasil. que foi pensado por crianças do ensino básico. O projeto teve como objetivo realizar a construção de uma casa e com ela ter seus cômodos e móveis para apresentar seu interior em inglês. As crianças participaram das mais variadas oficinas, desde marcenaria até eletrônica e Arduino, passando por modelagem e impressão 3D.

O projeto II está em desenvolvimento no FabLab IPB, localizado no Instituto Politécnico de Bragança em Portugal. Tal projeto tem como objetivo fazer um estudo sobre mobilidade sustentável disponíveis na cidade de Bragança e, utilizando os conhecimentos em TIC, elaborar um aplicativo para utilizar em conjunto com as bicicletas compartilhadas disponibilizadas pela Câmara da cidade. Tal projeto desenvolverá conhecimentos em tecnologia e engenharia no ramo de programação, temas que estão dentro da proposta STEAM e que ajudará no desenvolvimento da cidade como uma smart city.

O projeto III também realizado no Fab Lab IPB que tinha como um de seus objetivos a implementação de um fab lab como ferramenta a ser utilizada para o desenvolvimento de ideias inovadoras que auxiliem a cidade no desenvolvimento de processos que facilitem as interações sociais na cidade [14], o trabalho faz uma análise qualitativa e comparativa dos diversos setores da cidade e baseado em diferentes indicadores, ao serem observadas os pontos fracos da cidade, foram propostos trabalhos para melhoria, os setores da cidade analisados incluíam educação, empreendedorismo e tecnologias de

informação, setores onde a cidade analisada necessitava de inovação de maneira mais urgente.

O projeto IV trata da Fab City. Apresentado na Conferência Mundial de fab labs de Lima no Peru (FAB7) em 2011, o conceito de Fab City surgiu da intenção de reinventar os modos de produção e consumo das cidades por intermédio da fabricação digital. Fab City é uma iniciativa internacional iniciada pela IAAC, pelo CBA do MIT, pela Prefeitura de Barcelona e pela Fab Foundation para desenvolver cidades autossuficientes localmente produtivas e conectadas globalmente. O projeto está ligado à rede mundial fab lab e é liderada por um think tank composto por líderes de grandes cidades, fabricantes, urbanistas com o intuito de romper o paradigma de produção industrial atual, modelo linear de fabricação de produtos e geração de resíduos para um ecossistema inovador, baseado em economia circular [14].

Segundo Tomas Diez, idealizador do projeto, o ponto alto da Fab City é poder colocar num mesmo plano várias perspectivas que estão ditando o que se chama de revolução digital. Os makers spaces (fortemente impulsionado pelos fab labs), economia circular, blockchain, STEAM, Open Source e indústria 4.0 são exemplos das áreas que podem ser abrangidas por este conceito.

VII. CONCLUSÃO

Com o constante avanço das TIC's, todo o mundo passa para um crescente processo de inovação e desenvolvimento, porém a educação escolar não vem acompanhando este processo. Ainda é transmitido o conhecimento da mesma forma que se fazia há anos. A STEAM surge como um método para renovar o ensino tornando-o mais atrativo aos alunos, adequado às tecnologias largamente difundidas, convidando para solucionar problemas e desenvolver projetos reais e interdisciplinares, como foi apresentado nos exemplos.

A utilização de um espaço não-formal como os Fab Labs em conjunto com a STEAM mostrou-se uma alternativa aos métodos padrão, podendo ser mais bem utilizada nas diversas cidades onde os laboratórios de fabricação digital já possuem sede, possibilitando ao aluno ser mais livre para buscar o conhecimento e pensar de uma forma criativa e reflexiva.

É explicitamente visível através dos exemplos descritos como esta junção pode trazer benefícios para uma cidade, buscando uma melhoria contínua de seus processos, tornando-a mais inteligente, visando assim o desenvolvimento personalizado para os habitantes locais e desenvolver uma cultura de participação ativa nas pessoas, pois para formar cidadãos inteligentes é preciso que o ensino esteja acompanhando o novo mundo que os cerca.

Este estudo de âmbito teórico pretendeu através da utilização de diferentes conceitos (smart city, STEAM e Fab Lab) mostrar a sua articulação. Contudo trabalhos futuros podem ser sugeridos, nomeadamente a realização de um estudo empírico, sobre uma determinada cidade, referenciada como cidade inteligente onde in loco seja experimentada essa articulação.

AGRADECIMENTOS

UNIAG, R&D unit funded by the FCT – Portuguese Foundation for the Development of Science and Technology, Ministry of Science, Technology and Higher Education. Project no. UIDB/04752/2020.

This work has been supported by FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the R&D Units Project Scope: UIDB/00319/2020

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] D. F. Anderle, “Modelo de conhecimento para representação semântica de smart cities com foco nas pessoas,” 2017.
- [2] A. Mahizhnan, “Smart cities: The Singapore case,” *Cities*, vol. 16, no. 1, pp. 13–18, 1999.
- [3] J. H. Lee, R. Phaal, and S. H. Lee, “An integrated service-device-technology roadmap for smart city development,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 80, no. 2, pp. 286–306, 2013.
- [4] N. Walravens, “Mobile business and the smart city: Developing a business model framework to include public design parameters for mobile city services,” *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 121–135, 2012.
- [5] D. Washburn, U. Sindhu, S. Balaouras, R. A. Dines, N. M. Hayes, and L. E. Nelson, “Help CIO understand smart city initiative,” *Forrester Res. Inc.*, pp. 1–7, 2010.
- [6] G. Lindsey, “Not-So-Smart Cities,” *New York Times*, 2011.
- [7] J. Breuer, N. Walravens, and P. Ballon, “Beyond defining the smart city. Meeting top-down and bottom-up approaches in the middle,” *J. L. Use, Mobil. Environ.*, vol. 4, no. 6, pp. 153–164, 2014.
- [8] R. P. Dameri, “Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal,” *Int. J. Comput. Technol.*, vol. 11, no. 5, pp. 2544–2551, 2012.
- [9] A. Caragliu, C. del Bo, and P. Nijkamp, “Smart cities in Europe,” *J. Urban Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 65–82, 2011.
- [10] R. G. Hollands, “Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?,” *City*, vol. 12, no. 3, pp. 303–320, 2008.
- [11] R. Giffinger, R. Kalasek, and C. Fertner, “Smart cities: ranking of European mid-sized cities,” *Digit. Agenda Eur.*, no. October, p. 28, 2007.
- [12] B. Cohen, “What Exactly is a Smart City?,” 2012. [Online]. Available: <https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city>.
- [13] D. F. C. Jacobucci, “Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica,” *Em Extensão*, vol. 7, pp. 55–66, 2008.
- [14] R. C. De Souza, “Adequação de uma cidade para uma Smart city com implementação de um fab lab - O caso de Anápolis, Brasil,” Instituto Politécnico de Bragança, 2019.