



Rumo ao desenvolvimento industrial sustentável - Uma abordagem baseada no pensamento sistêmico

Towards sustainable industrial development - A systemsthinking-based approach

DOI: 10.56238/isevmjv2n6-019

Recebimento dos originais: 27/12/2023

Aceito para publicação: 15/12/2023

Luis A. Mendoza-del Villar

ESIME Zacatenco Instituto Politécnico Nacional

Cidade do México, México

E-mail: lmendozav1203@alumno.ipn.mx,

Eduardo Oliva-López

ESIME Zacatenco Instituto Politécnico Nacional,

Cidade do México, México

Correio electrónico: eoliva@ipn.mx

Octavio Luis-Pineda

ESE

Instituto Politécnico Nacional Cidade do México, México

Correio electrónico: oluisp@gmail.com

José Arturo Garza-Reyes

Centro de Melhoria da Cadeia de Suprimentos da Universidade de Derby Derby, Reino Unido

Correio electrónico: J.Reyes@derby.ac.uk

RESUMO

Várias questões globais críticas, incluindo o aquecimento global e a pobreza, foram reconhecidas e identificadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) como motores da insustentabilidade. Conseqüentemente, a ONU estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o objetivo de buscar a paz universal e uma maior liberdade, equilibrando as três dimensões do desenvolvimento sustentável, ou seja, econômica, social e ambiental. Uma atenção especial dos ODS é na erradicação da pobreza, que é considerada um dos maiores desafios globais. A pobreza não é apenas uma questão econômica, mas também tem um impacto nas dimensões social e ambiental. Uma estratégia para combater a pobreza é promover o desenvolvimento da indústria. No entanto, um ponto de vista holístico é necessário, considerando também as partes interessadas, caso contrário, torna-se uma solução neoliberal. Apesar do fato de que algumas pesquisas foram realizadas, por exemplo, estudos de caso e pesquisas de práticas sustentáveis, há uma falta de desenvolvimento sustentável industrial como uma estrutura para lidar com questões de sustentabilidade. Assim, este artigo propõe uma estrutura para o desenvolvimento industrial sustentável sob uma abordagem socialmente inclusiva no contexto da indústria manufatureira mexicana. A proposta do framework baseia-se em uma revisão bibliográfica do estado da arte realizada nas bases de dados Web of Science e Scopus.

Palavras-chave: Sustentabilidade e inclusão social, Desenvolvimento, Pensamento sistêmico, Estratégia industrial, PMEs.



1 INTRODUÇÃO

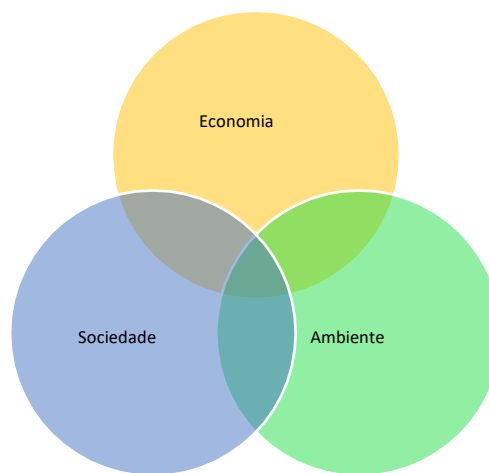
Uma das questões que atualmente se tornou um eixo central para a Organização das Nações Unidas (ONU), bem como para as nações em desenvolvimento e desenvolvidas é a sustentabilidade. Em setembro de 2015, líderes mundiais participaram da Cúpula das Nações Unidas e assinaram o documento intitulado "*Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*". Inclui os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que têm o objetivo de acabar com a pobreza, combater a desigualdade e enfrentar as mudanças climáticas, sem que ninguém fique para trás (United Nations, 2015). Os ODS são metas para o desenvolvimento sustentável. Embora a pobreza seja um dos maiores problemas mundiais, existem estratégias para enfrentá-la, por exemplo, o desenvolvimento industrial. Dois objetivos se alinham à sustentabilidade industrial, ou seja, os ODS 8 e 9. O ODS 8 refere-se ao trabalho decente e ao crescimento econômico, enquanto o ODS 9 refere-se à inovação e à infraestrutura da indústria. Ambos os objetivos contribuem para a sustentabilidade endógena, mas teriam um efeito exógeno sobre os 15 restantes.

No entanto, como a industrialização pode contribuir para a sustentabilidade é explicada por Porter em sua pesquisa "*Green and Competitive: Ending the Stalemate*", que sugere que regulamentações ambientais adequadamente projetadas podem desencadear inovações que usam os recursos de forma produtiva. Isso diminuiria o custo total dos produtos ou serviços, o que confere vantagem competitiva (Pacheco-Vega, 2007; Porter, 1995) em oposição àquelas firmas que não estão dispostas a inovar e, portanto, podem ter dificuldades de cumprimento de regulamentações (Porter, 1995). Portanto, a ausência de uma estratégia de industrialização do estado resulta em desempenho produtivo ineficiente. Segundo Porter (1998), a produtividade determina a prosperidade de qualquer nação, deixando para trás as exportações, os recursos naturais e o turismo. Por outro lado, a produtividade dos fatores se expressa no progresso técnico do processo produtivo (López, 2008). Assim, dada a sua importância, os governos devem se esforçar para criar um ambiente que apoie melhorias na produtividade, uma vez que é um dos determinantes da diferenciação para o bem-estar social regional (Oosterhaven & Broersma, 2007). Da mesma forma, Porter (1998) menciona que uma economia bem-sucedida consiste em buscar produtividade e inovação se forem estabelecidas regras de competitividade, por exemplo, a propriedade de proteção intelectual e o cumprimento das leis antitruste.

Portanto, uma industrialização produtiva deve estar alinhada à sustentabilidade, embora considere diretamente uma das três dimensões pela redução do custo total, ela também se estende para outras dimensões do triple-bottom-line (Figura 1), como a minimização do impacto ambiental

pelo uso produtivo de recursos de insumos, por exemplo, energia, mão de obra ou matérias-primas (Porter, 1995; Seidel et al, 2018). As Nações Unidas sugerem que a industrialização tem um efeito positivo multiplicador na sociedade, pois cada emprego no setor manufatureiro gera 2,2 empregos em outros setores (United Nations, 2019). Assim, o setor manufatureiro desempenha um papel estratégico, particularmente em países de baixa renda (UNIDO, 2017). Dessa forma, a industrialização é um caminho estratégico para obter sustentabilidade e enfrentar as questões globais explicadas a seguir.

Gráfico 1. Triplo Bottom Line



No entanto, as economias dos países em desenvolvimento estão em perigo devido aos mercados de abastecimento neoliberais que afetam a região do contexto, mas especialmente os aspectos sociais e econômicos das PMEs (Calderón & Sánchez, 2012). Deve-se à baixa taxa de produtividade e, por isso, é também uma menor representação da competitividade da indústria transformadora das PME. De facto, há uma falta de apoio às PME transformadoras do Estado mexicano. Essa falta de apoio é determinada a explicar seu fraco crescimento econômico em relação ao das grandes empresas que usufruem de facilidades e tecnologia, diminuindo assim seu custo econômico de produção e, assim, obtendo uma melhor posição competitiva tanto no mercado interno quanto no global, sendo esta uma das principais razões para seu estabelecimento e atuação em países em desenvolvimento. O que é o caso aparente da economia de contexto mexicano, que evoluiu com o passar do tempo de seu processo de liberação de mercado, que se exacerbou a partir de 1994 com a assinatura do *Tratado de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA)* e a abertura indiscriminada da indústria 'maquila' (Calderón & Sánchez, 2012) principalmente com o capital americano. No entanto, o advento desse acordo, juntamente com a alta dependência do México da economia dos EUA (Luis-Pineda, 1979), tem uma grande contribuição para desarticular



a cadeia de valor nacional (Calderón & Sánchez, 2012), deixando as fábricas mexicanas fora de competitividade (Calderón & Sánchez, 2012) graças às facilidades concedidas pelo governo mexicano ao capital estrangeiro em oposição ao resto das PMEs mexicanas, agravaram-se, assim, a desdistribuição social e de renda e a superexploração do trabalho em todo o país (Luis-Pineda, 1999) e também os efeitos de transbordamento ambiental (Luis-Pineda, 2000, 2006). O problema subjacente a esse fenômeno baseia-se na adoção da estratégia econômica neoliberal do NAFTA e na correspondente ausência de políticas econômicas de longo prazo para apoiar setores-chave da economia, como a agricultura e a indústria nascente. No entanto, o governo mexicano criou o fenômeno do quase "status de enclave" no setor Maquila, deixando de lado ao longo dos anos as PMEs. Essa estratégia explica a baixa produtividade predominante entre as PMEs e uma alta taxa de mortalidade e, portanto, sua baixa posição competitiva no mercado local e global, apesar de serem o suporte da economia doméstica. Esta estratégia industrial correspondeu a uma falta de políticas industriais que tenham em conta as implicações sociais e ambientais, que podem ser observadas com o contínuo esgotamento e poluição dos recursos ambientais, enquanto a dimensão social é afectada pelo encerramento contínuo das PME. Dadas essas externalidades e custos socioeconômicos ao longo das últimas quatro décadas, é necessária uma reorientação urgente para um modelo econômico neoliberal fracassado (Luis-Pineda, 2008).

Assim, o foco do presente artigo de pesquisa é propor um referencial teórico de desenvolvimento industrial sustentável que forneça uma perspectiva holística baseada na abordagem do pensamento sistêmico. Segundo Capra (2003), o pensamento sistêmico é o paradigma mais adequado para repensar o desenvolvimento socioeconômico, bem como para enfrentar os desafios ambientais (Espinosa et al, 2006). Primeiramente, conceitos, revisão de literatura e metodologia da pesquisa são apresentados como um alicerce para a investigação. Com base na seguinte pergunta de pesquisa: "O México tem uma estratégia de desenvolvimento industrial sustentável?". Em geral, os indicadores de sustentabilidade são analisados e uma visão geral do desenvolvimento sustentável é retratada de acordo com as dimensões econômica, social e ambiental do contexto mexicano. Em seguida, são apresentados métodos para a construção de uma estrutura para o desenvolvimento industrial sustentável, que apoie os objetivos da Agenda 2030. Isso é discutido internamente e comparado com os métodos apresentados. Por fim, são apresentadas considerações conclusivas derivadas desta investigação.

2 ANALISANDO O CONTEXTO SUSTENTÁVEL

No contexto particular do México, adotando a sustentabilidade fraca por meio do tratado NAFTA, e analisando o desempenho dos principais indicadores de sustentabilidade, como PIB, emissões de poluentes e desemprego. Pode-se inferir que a estratégia mexicana não está fornecendo os resultados esperados, fenômeno que pode ser explicado por muitas das razões mencionadas. Por um lado, no caso da dimensão ambiental, os dados obtidos junto do Instituto Nacional de Ecologia e Aquecimento Global (INEEC) sobre as emissões de gases com efeito de estufa mostram que existe uma elevada possibilidade, ou seja, 98,3%, de continuar com a mesma taxa de crescimento (ver Figura 2). Por outro lado, a informação de dados recolhida junto do Instituto Nacional de Estatística, Geografia e Informação (INEGI) indica que o índice do PIB do setor secundário, que envolve a atividade transformadora, é comparado com o índice de produtividade do trabalho e o índice da população ocupada (ver Figura 3). A produtividade do trabalho diminuiu em 2012, embora os índices do PIB e da população ocupada estejam correlacionados, mas com produtividade negativa. A Figura 4 mostra que, embora haja um aumento efetivo do emprego que reduz a diferença entre empregos formais e informais, há mais empregos informais do que formais.

No entanto, o governo mexicano, como já foi apontado, tem feito um esforço pífio para estabilizar essa situação. Por um lado, segundo dados do INEGI, foi noticiado que, apesar de haver 4,32% do PIB como investimento para contas ecológicas, apenas 13,13% é para proteção ambiental. Isso significa que 86,87% dos gastos são para enfrentar o esgotamento e a degradação do meio ambiente. Esse montante é totalmente superior em torno de 0,51% do PIB para pesquisa e desenvolvimento experimental, que é um gasto científico. Além disso, há uma tendência de dissociação entre economia e esgotamento ambiental, já que a proporção do PIB passou de 8,4% em 2003 para 4,6% em 2016. Por outro lado, a dimensão social mostra uma contradição, neste caso, a Figura 5 mostra a evolução do desempenho das principais variáveis sociais, apesar do PIB per capita e do índice de desenvolvimento humano apresentarem um desempenho crescente, o índice GINI manteve seu desempenho resultando em desigualdade predominante e falta de bem-estar social.

A questão de pesquisa sobre se o México tem uma estrutura sustentável, sustentabilidade fraca tem alcançado um desempenho ruim em qualquer dimensão. Como já foi referido, a curto e médio prazo, com a dimensão económica, não há um bom indicador de produtividade do trabalho, reafirma-se com o aumento da mão-de-obra. Esse aumento não faz sentido com a baixa produtividade inferindo uma estratégia industrial deficiente, confirmando nossos argumentos

acima. A dimensão social mostra uma desigualdade de bem-estar, qualquer sentido de remuneração, mas também desemprego crescente. Por último, mas não menos importante, a dimensão ambiental, com elevadas possibilidades de crescimento das emissões de gases com efeito de estufa e a insuficiente concentração de investir no esgotamento e degradação do ambiente em vez de o proteger. Em suma, esse quadro neoliberal não deu ao México uma posição competitiva favorável. Do ponto de vista teórico, esse tipo de desenvolvimento insustentável não floresceria em nenhuma dimensão e não ofereceria vantagem competitiva contra os mercados neoliberais (Porter, 1995). Assim, apesar do esforço para gerenciar a sustentabilidade, uma estrutura holística para uma estratégia econômica sustentável e socialmente inclusiva deve ser implementada apenas pelo Estado e não pelo setor privado para que as nações em desenvolvimento se tornem viáveis em qualquer setor específico de suas economias.

Como mencionado anteriormente, a estratégia de desenvolvimento industrial é uma escolha viável para enfrentar questões maiores. No entanto, a falta dela leva a um desempenho de produtividade ineficiente (Porter, 1998). A Figura 3 mostra uma tendência negativa da produtividade do trabalho na indústria manufatureira mexicana. As Pequenas e Médias Empresas (PMEs) são a principal fonte de emprego no México, fornecendo 78% do emprego e representando 99,8% das empresas estabelecidas e contribuindo para 42% do PIB (Forbes México, 2018). Uma PME é definida com base em vários critérios, por exemplo, lucros, fluxo de caixa ou pessoal empregado. Neste estudo, o pessoal empregado é utilizado como definição de PME. Este setor é muito vulnerável, uma vez que a maioria das PME morre durante os primeiros três anos após a sua criação (El Financiero, 2015). A Figura 6 mostra a tendência da mortalidade das PME mexicanas no primeiro e quinto anos de estabelecimento. A tendência é que, quanto mais funcionários houver na empresa, mais forte ela é; enquanto as empresas vulneráveis são aquelas com poucas pessoas no quinto ano.

Gráfico 2. Emissões nacionais de gases de efeito estufa em toneladas 1990-2015

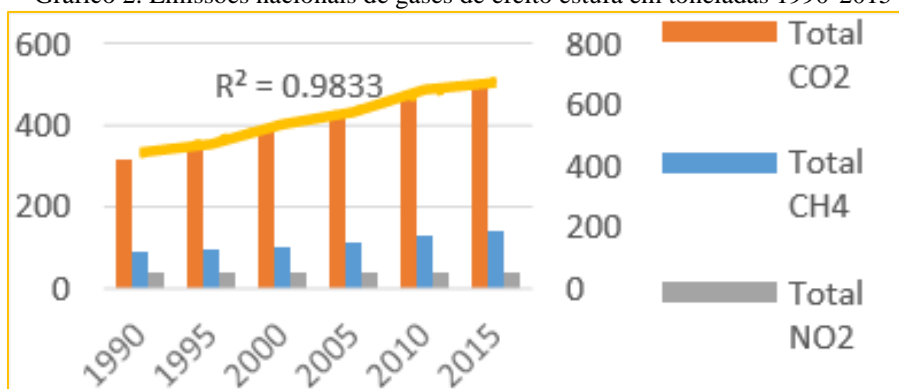


Gráfico 3. O índice global de produtividade do trabalho na economia

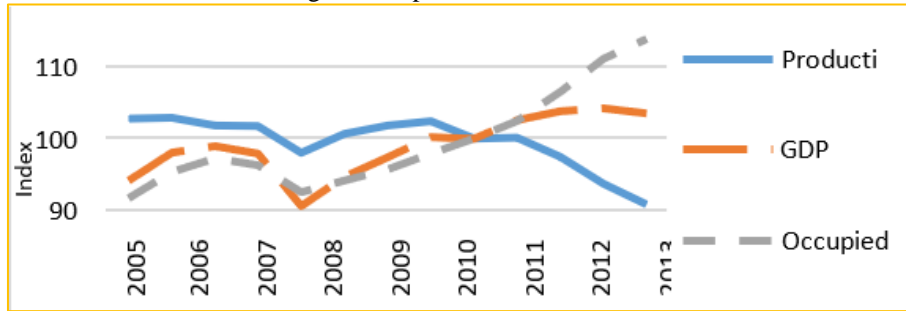


Gráfico 4. Emprego no México 2000-2015

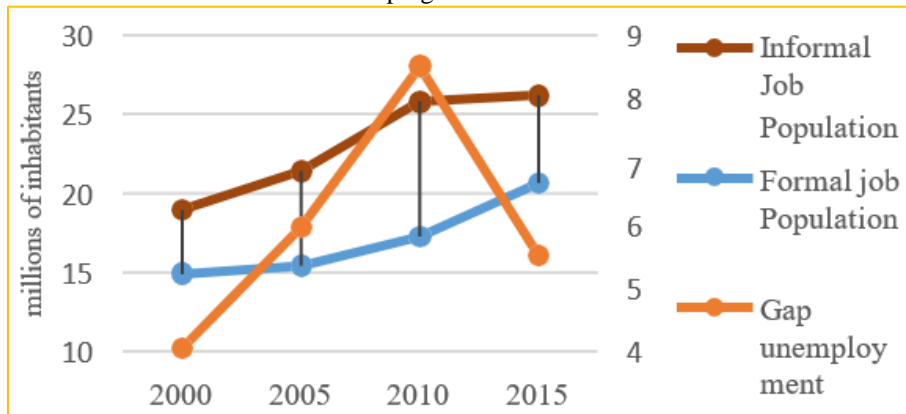


Gráfico 5. Variáveis sociais nacionais 2000-2015

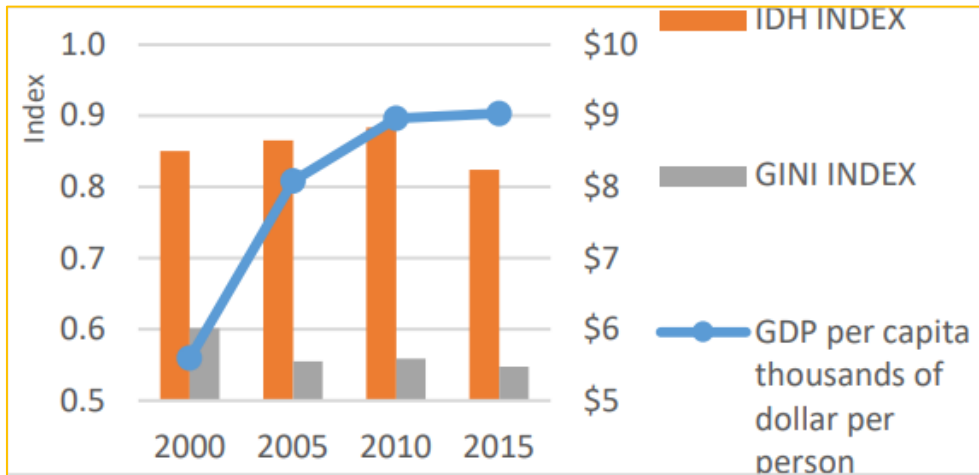
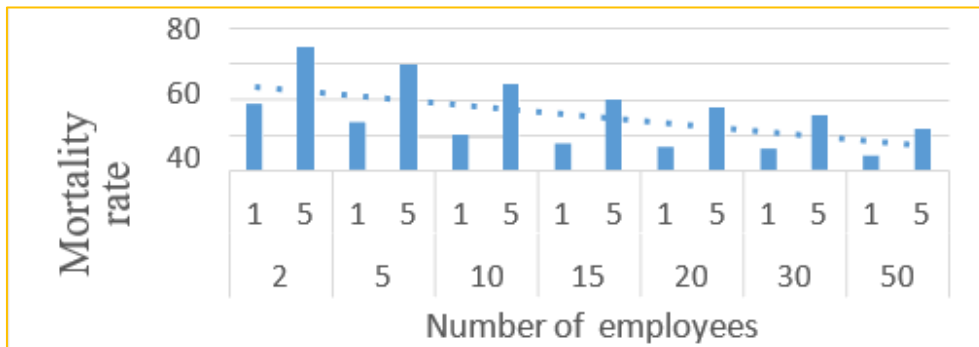


Gráfico 6. A taxa de mortalidade das PMEs mexicanas em 1 e 5 anos



A discussão precedente fornece insights sobre o cenário atual das PMEs mexicanas, que retrata uma estratégia industrial vulnerável e não inclusiva. Apesar do apoio governamental por meio de programas de financiamento e incentivo às PMEs por meio de isenções fiscais para a criação de empresas, todos esses estímulos e apoios econômicos não se traduzem até agora em uma posição competitiva frente às grandes empresas internacionais. A economia internacional mexicana tem saldo comercial negativo e, é a mais baixa entre os países da região (Banco Mundial, 2019). Assim, o desenvolvimento industrial deve ter presente que as PME são uma componente social e econômica da situação problemática e que a sustentabilidade tem de ser inclusiva na sua definição ampla. Assim, deve ser inclusivo para este tipo de empresas com o objetivo de enfrentar o desemprego e contribuir para o desenvolvimento da sustentabilidade em outras dimensões ou aspectos complementares. Por um lado, a criação de uma empresa exige um grande esforço em termos de investimento de capital. Os investidores não estão dispostos a perder tempo e dinheiro, uma vez que este é um esforço considerável, e mais para as PME, uma vez que têm recursos limitados, pelo que os lucros devem regressar o mais tardar do 3º ao 5º ano. No entanto, a competência global ocorre a cada dia e a cada momento, daí que as chances de sobrevivência das PMEs sejam tendenciosas para serem insustentáveis com a atual estratégia industrial pela substituição de importações, devido à baixa competitividade dos bens de consumo nacionais, bens intermediários e bens de capital (Calderón & Sánchez, 2012). Por outro lado, as chances de falência da empresa seriam reduzidas adotando-se o desenvolvimento sustentável da indústria com forte sustentabilidade que considere a indústria de longo prazo com o objetivo de equilibrar o triple bottom line. Esta estratégia protegerá a sobrevivência das PME. Portanto, o conceito de desenvolvimento sustentável tem o termo estratégia socioeconômica implícito em sua definição, pois considera as necessidades das gerações futuras, mesmo para pelo menos a próxima geração. Assim, o desenvolvimento industrial sustentável poderia ser definido como "*a indústria que atende às necessidades do presente, levando em conta as dimensões ambiental, social e econômica para um desenvolvimento adequado e equilibrando-as sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades*".

O termo "Estratégia" vem da teoria da seleção natural de Darwin, que sugere que a evolução determina quem sobrevive e quem está excluído. Henderson (1989) comparou isso com negócios como na selva onde duas espécies não podem coexistir tendo o mesmo estilo de vida e necessidades mais cedo ou mais tarde o vencedor, com uma vantagem superior, derrota outras. Porter, disse em seu artigo "*O que é estratégia*" que estratégia é como uma organização pode ser posicionada no mercado (Porter, 1996), por uma vantagem competitiva que dá à firma uma

diferenciação contra rivais (Prahalad & Hamel, 1990). No entanto, a diferenciação pôde ser vista de dois lados; o lado fraco, que é uma diferenciação insustentável; e, o lado forte, que é uma diferenciação sustentável. De um lado, uma estratégia de diferenciação fraca e insustentável é baseada em preços de mercado baixos, o que na maioria dos casos cria um padrão predador entre os concorrentes que ganham o menor preço, mas sem lucros. Por outro lado, uma estratégia forte e sustentável pode ser alcançada no mercado por possuir serviços e produtos inovadores (Porter, 1996). Esta é a semente estratégica para a sobrevivência que desenvolve uma vantagem competitiva para qualquer empresa. Mas o que dá estratégia e o que dá vantagem para uma empresa. Depende de como os objetivos são definidos, se o propósito do que a empresa gera valor para os clientes ou a restrição do que uma empresa economiza operando de forma eficiente, explorar o que cria maior valor do que outras empresas fazem é uma estratégia, e o que as empresas podem obter mais lucros em eficiência operacional é uma vantagem (Campbell & Alexander, 1997).

Além disso, uma das estratégias que exploram a vantagem competitiva do desenvolvimento industrial são os clusters industriais. Porter (1996) mencionou que os clusters oferecem uma vantagem competitiva ao impulsionar a inovação e é assim que os formuladores de políticas devem desenvolver políticas industriais (OCDE, 2001) e construir diferenciação na estratégia. Além disso, os clusters são um hub viável para promover a inclusão de empresas de PMEs, o que é alcançado não apenas cortando as instalações úteis, mas também porque esse tipo de hub de complexo industrial facilita um foco colaborativo, o que poderia alcançar práticas sustentáveis benéficas (Foghani et al, 2017), como a simbiose industrial ou mesmo a implementação de tecnologias da Indústria 4.0 (Götz & Jankowska, 2017).

3 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção explica como foi realizada a revisão da literatura, a metodologia seguiu uma sequência lógica. Consistiu em 4 fases. Na primeira fase, a busca das publicações foi realizada nas bases de dados Scopus e JCR a partir de palavras-chave especificamente definidas. A segunda fase consistiu na análise bibliométrica de 2000 artigos de pesquisa, enquanto na terceira fase os artigos identificados foram classificados de acordo com sua relevância e resumidos por meio de análise bibliométrica. Finalmente, com as informações selecionadas, o relato da revisão de literatura é apresentado na próxima seção. A busca de publicações por Desenvolvimento sustentável com uma estratégia industrial é um assunto que não está em toda a extensão da pesquisa conhecida. No entanto, para começar, a revisão da literatura foi útil para entender e estabelecer como esses

campos estão interligados, realizando uma análise bibliométrica. Com base em palavras-chave relevantes dos últimos documentos de pesquisa de 2000, em um período de tempo de 2014 a 2017, como sustentável, desenvolvimento, solução holística e cluster industrial como Estratégia Industrial foram introduzidos na pesquisa de banco de dados científicos.

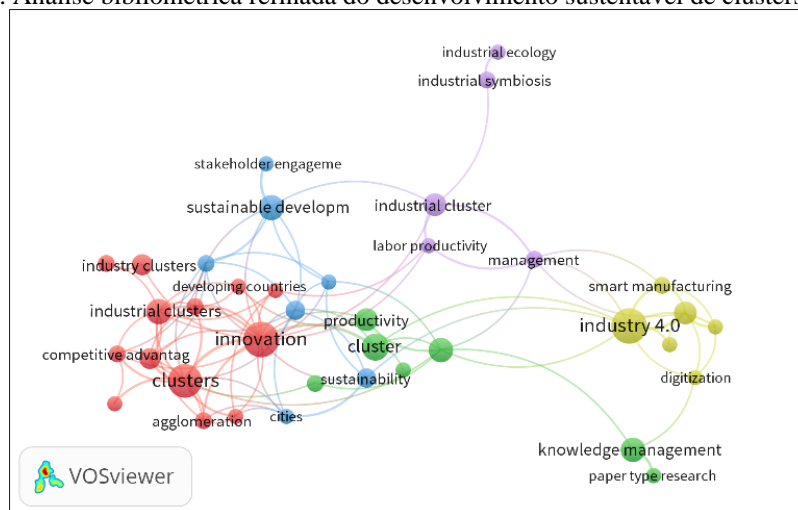
A análise bibliométrica foi realizada com o apoio do software "VOS viewer", que é uma ferramenta útil para a construção e visualização de redes bibliométricas. A análise consistiu em ligações baseadas em citações, acoplamento bibliográfico, cocitações ou relações de coautoria, oferecendo informações funcionais como redes de coocorrência de termos importantes da revisão de literatura (van Eck & Waltman, 2010). A análise mostrou que os principais países que estão pesquisando esses campos são China, Rússia, Reino Unido, EUA e a maioria dos países da UE. Além disso, entre as principais revistas que publicam em desenvolvimento de sustentabilidade estão: *Advanced Materials Research*, *Applied Mechanics and Materials*, *Journal of Computer Science* e *International Journal of Applied Business and Economic Research*, todas relacionadas às ciências aplicadas; O segundo cluster, inclui o *Journal of Cleaner Production*, *Environmental Science and Pollution Research*, *Environmental Earth Science*, que estão na área de pesquisa de solução de problemas ambientais; Finalmente, o terceiro grupo inclui revistas como *European Planning Studies*, *Journal of Economic Geography*, *Regional Studies*, *Industry e Innovation and Competitiveness Review*, que são revistas de ciências empresariais.

A análise de cluster de palavras-chave dos autores pelo software visualizador VOS é uma ferramenta de tendência de pesquisa. Primeiras palavras de entrada irrelevantes da rede foram removidas, em seguida, 5 clusters rede da literatura mais recente em cluster industrial e desenvolvimento sustentável foram obtidos. A mais representativa da rede é a rede de clusters industriais, que mantém fortes ligações com o desenvolvimento sustentável, a simbiose industrial, a ecologia industrial e o parque sustentável e verde. Deste cluster liga-se a outros clusters valiosos, como o crescimento econômico, a inovação e a competência, e a metodologia dos clusters. Ele destaca que a Indústria 4.0 tem como um nó no centro do mapa e se conecta com cluster, manufatura e redes, que também se conecta principalmente com sustentabilidade, cluster de inovação e conhecimento.

Uma vez determinada a rede total do cluster industrial de desenvolvimento sustentável, as informações foram expurgadas para os trabalhos de pesquisa selecionados como parte da literatura de ponta. Nesse sentido, da entrada de dados, palavras que não estavam relacionadas a cluster industrial e sustentabilidade (por exemplo, computação em cluster, ou palavras-chave sobre análise bibliométrica, etc.) foram excluídas. Além disso, palavras com o mesmo significado de

cluster foram reunidas no mesmo grupo. A Figura 7 mostra os 5 clusters que resultaram do estado da arte da literatura selecionada pela análise de cluster. Sendo o cluster vermelho o que detém mais ocorrências, seu principal nó é a inovação, também se conecta com cluster e vantagem competitiva e países em desenvolvimento; Depois, no segundo nó, está a Indústria 4.0 que está ligada à fábrica inteligente e à digitalização; O terceiro cluster, desenvolvimento sustentável, conecta-se com cluster industrial e engajamento de stakeholders; Depois, é o aglomerado verde; que articula produtividade e gestão do conhecimento; Por fim, o cluster roxo, envolve o cluster industrial com simbiose industrial, produtividade do trabalho e gestão. Com base nessas interconexões complexas, parece que os clusters industriais e o engajamento das partes interessadas são necessários para alcançar o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento. Os países em desenvolvimento precisam de clusters industriais e produtividade do trabalho. No entanto, a inovação ainda é o componente mais importante.

Gráfico 7. Análise bibliométrica refinada do desenvolvimento sustentável de clusters industriais



4 LITERATURA DE PONTA

Uma vez que a tendência do desenvolvimento industrial sustentável é retratada na seção anterior, quais países contribuem com essa área de investigação, bem como os principais periódicos que publicam esse tipo de pesquisa. Nesta seção, a literatura de ponta é estabelecida. Consiste em uma revisão do desenvolvimento sustentável no cluster industrial, discussão dos trabalhos de pesquisa mais recentes e relevantes. Embora haja pesquisas em desenvolvimento industrial sustentável, há um vazio da ligação entre clusters industriais e desenvolvimento sustentável. Romero et al desenvolveram pesquisa semelhante com sistemas empresariais verdes, pois consideram a economia circular como o componente estratégico que leva à sustentabilidade (Romero e Molina, 2012; Romero (Noran, 2015). Gülçin e Yagmur (2018) relatam que a literatura

recente sugere que a ciência da sustentabilidade é um marco para o verde e a competitividade com uma abordagem integrada, holística e metodológica. Por exemplo, eles mencionam que os negócios podem ser liderados por cientistas

pesquisa em sustentabilidade adotando a estratégia de atender às expectativas dos stakeholders e alinhando-se com a melhoria dos ativos sociais e ambientais para as próximas gerações (Gülçin & Yagmur, 2018). No entanto, um ponto de vista holístico é perdido na maioria das revisões da literatura.

Hoje em dia a gestão do conhecimento tornou-se tão importante no setor industrial, apesar de o I 4.0 ter sido lançado em 2012 na Alemanha. I 4.0 desenvolveu um grande campo do mercado de trabalho, portanto, não é apenas o emprego no setor manufatureiro criado, mas também o setor de serviços tem crescido para serviços de conhecimento intenso (Götz & Jankowska, 2017). Esse setor é mais forte do que aqueles em clusters de serviços de manufatura de alta tecnologia (Temouri, 2012), na medida em que seu efeito multiplicador de empregos na manufatura industrial (United Nations, 2019). Sendo o conhecimento o recurso mais significativo, e infinito. Yu et al (2007) o identificaram como um ativo, o mesmo que terra, infraestrutura produtiva e capital (Yu, Kim, & Kim, 2007). A diferença entre eles é que o conhecimento é um recurso infinito que leva à economia do conhecimento (Adler, 2001). No entanto, o conhecimento necessita de um ambiente adequado e de um escopo regional delimitado para as organizações. A inovação leva à produtividade, por isso o foco está em como explorar essa inovação em clusters industriais para que a sustentabilidade esteja sob a perspectiva de quem cria inovação. Segundo Schumpeter (1944), um inovador pode ser qualquer pessoa que explora o ciclo econômico do serviço ou produto em um mercado (Schumpeter, 1944) como um empresário ou mesmo um gestor de cluster que explora a competência central do cluster por meio da criação de políticas de cluster baseadas no ciclo de vida (Pacheco-Vega, 2007).

Os clusters têm abrangência regional onde o conhecimento intenso pode ser fomentado à medida que esse tipo de organização preenche com requisitos de conhecimento, responde com o ambiente favorável com a infraestrutura, e com um escopo delimitado. No entanto, esse ambiente deve ser adequado, Götz e Jankoska (2017) explicaram que a I 4.0 é viável no ambiente de cluster industrial (Götz & Jankowska, 2017). No entanto, o cluster deve centrar-se em ser inclusivo e integrar também as PME. Foghani et al (2017) sob uma abordagem colaborativa e compartilhamento de infraestrutura, mencionaram que iniciativas de simbiose industrial são criadas para serem adotadas por PMEs que estão instaladas em um cluster para obter benefícios ambientais, que é a chave para alcançar o desenvolvimento industrial sustentável (Foghani et al,

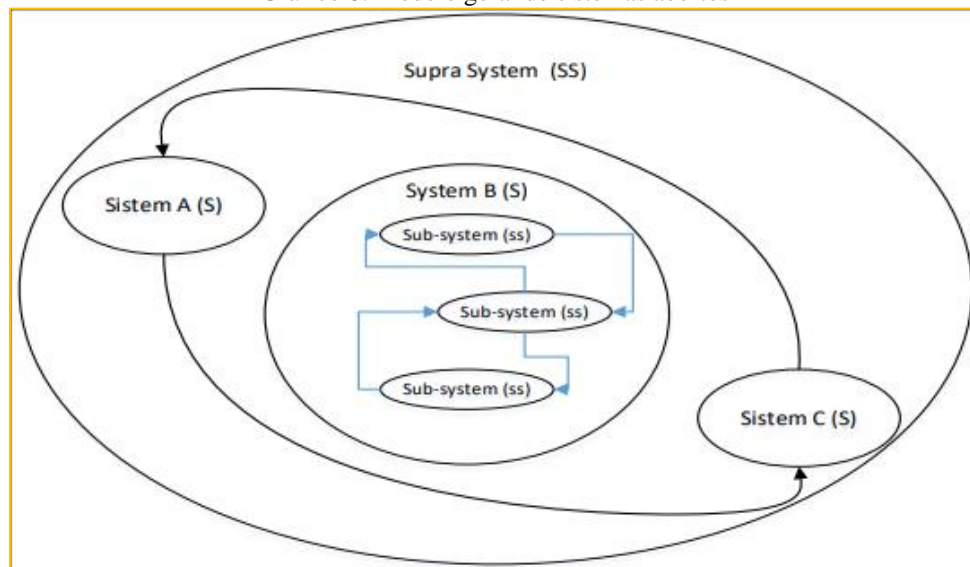
2017). De outras maneiras, o formulador de políticas de cluster estaria no viés de regular uma economia de dimensão social fraca. Daddi, em 2017, propôs um método de avaliação do ciclo de vida para medir os benefícios de iniciativas implementadas e não implementadas no produto líder do cluster. Os resultados destacam as iniciativas implementadas que alcançaram benefícios relevantes no desenvolvimento sustentável (Daddi et al, 2017). A teoria dos clusters tem sido útil para a criação de políticas industriais no equilíbrio do desenvolvimento econômico, bem como para o sucesso nacional no ecossistema industrial. Park et al (2016) em seu trabalho, mencionam uma metodologia para classificar indústrias de alto impacto na economia sul-coreana com variáveis que são significativas para o desempenho de clusters industriais bem-sucedidos (Park et al, 2016). Portanto, um cluster industrial sustentável deve ser inclusivo e obter uma economia equilibrada para uma sustentabilidade bem-sucedida. Além disso, desde que tenha um desempenho efetivo, a sustentabilidade deve se correlacionar com a produtividade (Di Giacinto et al, 2014), sendo a produtividade um dos principais ingredientes para a prosperidade e bem-estar da região (Oosterhaven & Broersma, 2007; Porter, 1998), bem como intensa inovação desenvolvida no cluster. Dessa forma, a teoria dos clusters é um veículo que pode ser levado a alcançar a sustentabilidade, sendo inclusiva com as PMEs e gerando empregos diretos e indiretos com efeito multiplicador.

5 MÉTODOS

Para a proposta do framework, diferentes metodologias teóricas são necessárias para um modelo de desenvolvimento industrial sustentável com uma abordagem de pensamento sistêmico. Primeiro, o uso de ferramentas sistêmicas são necessários para entender o problema e todos os diferentes componentes que estão envolvidos no framework (Kruger et al, 2018; Virapongse et al., 2016); Também um sistema é um processo que contém elementos de entrada, saída, agentes que atuam como monitoramento, controle e operação, bem como feedback de que eles estão inter-relacionados para um propósito comum. Ele também contempla a interação dos componentes dentro do sistema e como isso afeta tanto o sistema que o contém (supra sistema) quanto os subsistemas que estão embutidos nele. A Figura 8 mostra como a abordagem do pensamento sistêmico é representada, três sistemas estão envolvidos como um sentido geral do pensamento sistêmico. Os supra sistemas podem ser vistos como um sistema superior que um sistema em foco é realizado (Aceves, 2015), além disso, supra sistema é também o ambiente em que o sistema em foco está inserido como mencionado anteriormente (Virapongse et al, 2016). Em seguida, o uso de clusters industriais tem sido mencionado como uma opção estratégica para o desenvolvimento

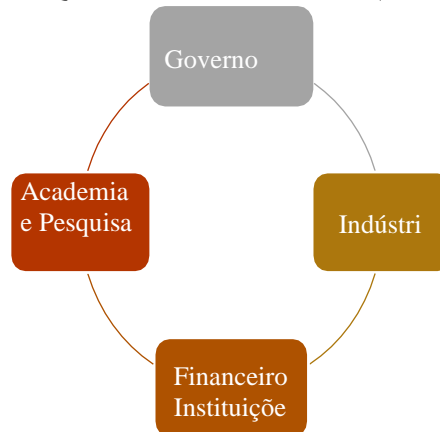
industrial, porque proporciona uma forte vantagem competitiva e cria diferenciação inovadora para a região, estado ou nação. Michael Porter, líder em clusters e economia da concorrência, explicou que os mapas econômicos são dominados pelo que ele chamou de clusters, que são massas críticas em um lugar com uma vantagem competitiva incomum em um campo particular (Porter, 1998).

Gráfico 8. Modelo geral de sistemas abertos



Cluster industrial é definido como um conjunto de elos industriais e outras entidades proeminentes na competição. Isso inclui o governo e outras instituições, como universidades, agências reguladoras, conselheiros governamentais, provedores de treinamento vocacional e associações comerciais. Barkley e Henry definiram um cluster como um conglomerado de firmas engajadas do setor comum de produção de bens ou serviços que estão verticalmente interconectadas com organizações complementares e especializadas, como serviços financeiros, instituições governamentais, instituições acadêmicas, mesmo que fornecedoras de materiais de linha (Barkley & Henry, 1997). Hernandez se concentra em uma rede de setores especiais como um cluster, no entanto, não faz sentido que apenas elementos estejam ligados. Gómez et al destacaram a avaliação de desempenho pelo balance scorecard, pois o que importa no cluster não são os elementos embutidos, é o desempenho efetivo do todo como sistema (Gómez, Otero, & Prieto, 2011). Geralmente, o modelo de cluster é fomentado no modelo de inovação de hélice tripla, que é usado para formuladores de políticas, ele segue o modelo mostrado na Figura 9.

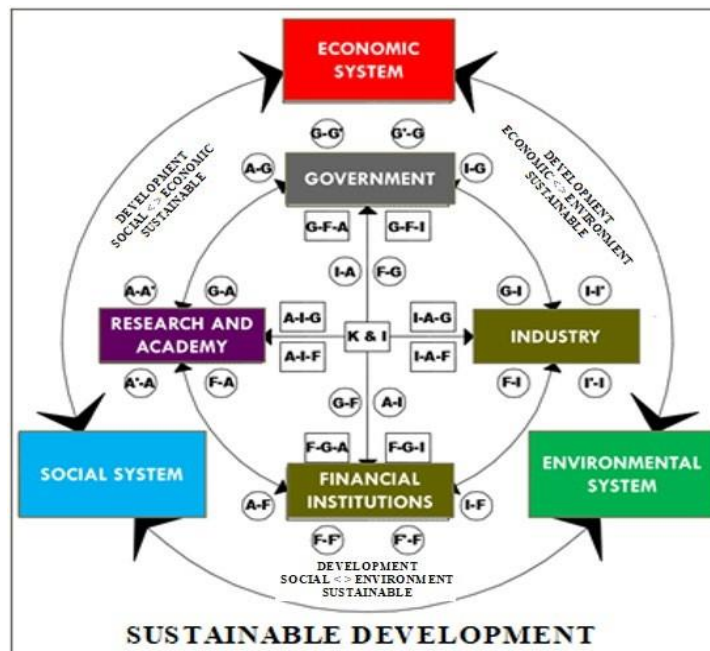
Gráfico 9. Quadro de clusters industriais (Gómez, 2011)



6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, a proposta é detalhada. Em primeiro lugar, a estratégia para o desenvolvimento industrial sustentável é delineada como parte do modelo como o sistema em foco, que é retratado na Figura 10, a estrutura para o desenvolvimento industrial sustentável juntamente com uma abordagem socialmente inclusiva. Propõe-se ser o cluster industrial, como uma organização que estabelece uma estratégia de diferenciação com sua competência central, como explicado anteriormente. A estratégia de cluster deve destacar uma vantagem competitiva para obter uma estratégia sustentável forte para o contexto competitivo de negócios. Nesse sentido, o suprassistema é onde o sistema em foco deve avaliar seu contexto. Esse ativo do fundo de linha tripla é o que determina o contexto do sistema em foco embutido. Embora no quadro as três esferas sejam separadas, isso não significa que elas sejam independentes uma para a outra. Assim, a sustentabilidade é a base da estratégia industrial com o objetivo de equilibrar as três dimensões para um desenvolvimento adequado. Por essa razão, o cluster industrial como o sistema em foco é o caminho para equilibrar adequadamente o desenvolvimento do triple bottom line, da mesma forma alcançar um desenvolvimento industrial acessível. Portanto, o referencial industrial sustentável está sendo construído com base na teoria dos clusters e na teoria do pensamento sistêmico. A Figura 10 mostra como as partes da tripla hélice estão interligadas também com o setor financeiro, pois é um componente que explora a inovação. O quadro de proposta de cluster está inserido no contexto da sustentabilidade, assim, quando um subsistema se estabelece no cluster, ele desenvolveu previamente uma análise de contexto sobre as principais variáveis, como a forma como a região é rica ou o grau médio de escolaridade das pessoas, ou se os fornecedores de linha estão próximos do estabelecimento. No entanto, a organização do cluster tem o dever de monitorar o contexto sustentável com métricas sustentáveis usadas pela ONU são 17 ODS e criar políticas que possam equilibrar a sustentabilidade.

Figura 10 Quadro de Desenvolvimento Industrial Sustentável

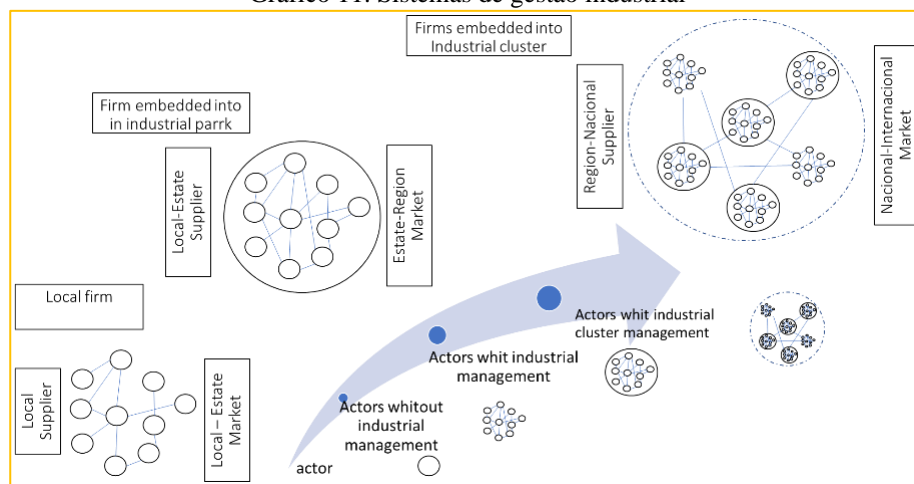


Neste sentido, as PME devem emvidar esforços suficientes para delimitar o seu âmbito de aplicação acessível, que pode lidar de acordo com a experiência do conhecimento e onde podem explorar a sua própria estratégia no sistema em foco. No entanto, o trade-off que a organização está buscando deve enviesar para explorar produtos ou serviços inovadores com o conhecimento da organização, que é a essência do modelo colocado no centro, de qual o propósito da empresa foi feito, e sustentar uma vantagem competitiva. De outras formas, o foco insustentável da vantagem comparativa remete ao esgotamento dos recursos naturais da região ou à redução dos preços. Por outro lado, o cluster considera todos os subsistemas envolvidos em cada parte da tripla hélice. Embora seja importante destacar os sistemas incorporados, a chave da produtividade é como o conhecimento e a inovação são explorados nas ligações. O quadro é construído de um ponto de vista holístico, pelo pensamento sistêmico, que consiste em três componentes principais; o supra-sistema, neste nível os sistemas podem ser vistos como os três pilares do contexto da sustentabilidade; os sistemas são aqueles que supervisionam a tomada de decisões para equilibrar o supra-sistema; finalmente, subsistemas são aqueles que operam no cluster como um elemento. Então, uma vez que a organização destaca sua competência central que dá vantagem competitiva com diferenciação inovadora, metodologias sustentáveis podem ser implementadas para os subsistemas embutidos no sistema em foco. Os sistemas têm propriedade recursiva, de modo que a organização pode ser vista com subsistemas como empresas (I), unidades acadêmicas (A), governo (G) e instituições financeiras (F). Em geral, os subsistemas derivam de interconexões de ligações de sistemas, embora subsistemas mistos ligados a 2 ou mais subsistemas das unidades mencionadas,

ou seja, indústria com o governo (I-G), indústria com a academia (I-A), indústria com a academia e governo (I-A-G).

Em síntese, o desenvolvimento *industrial sustentável* é o estabelecimento de um desenvolvimento estratégico adequado para a industrialização pelos tomadores de decisão, com engajamento e aprovação das partes interessadas, e realizá-lo em diferentes níveis do sistema na região industrial e, equilibrando o fundo da linha tríplice com diretrizes e ferramentas sustentáveis. Aqui foram mencionadas algumas ferramentas para o tomador de decisão, como o BSC sustentável ou a cadeia de valores de Porter, que foram combinadas com diretrizes sustentáveis. A maioria deles com o nível de foco de escopo do escritório. Esta proposta é uma ferramenta regional para melhorar o ambiente da região destinada aos decisores políticos industriais como inovadores em equipa que representam os interesses das partes interessadas e o bem-estar da sociedade e a economia em crescimento adequado. Além disso, algumas variantes para cada nível recursivo devem ser analisadas, ou seja, empresas, parques industriais e organização de clusters industriais. Depende de como as partes interessadas definiram seu escopo e da maturidade da região sustentável local que a gestão industrial irá gerenciar. Por exemplo, a Figura 11 mostra que, de acordo com a forma como a indústria organizacional está agrupada, o mercado que a organização industrial aspiraria competitivamente. No final do desenvolvimento industrial, há uma interligação entre o cluster que o mercado nacional e internacional acessível poderia obter.

Gráfico 11. Sistemas de gestão industrial





Agradecemos o apoio financeiro do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia do México (CONACYT).



REFERÊNCIAS

- Aceves, F. (2015). *Metodologías De Investigación Sistémica*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Adler, P. S. (2001). Market, Hierarchy, and Trust: The Knowledge Economy and the Future of Capitalism. *Organization Science*, 12(2), 215–234. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.2.215.10117>
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, X(3), 1–6. <https://doi.org/10.7818/RE.2014.11-2.00>
- Arzberger, M. (2015). Sustainable Development-Behavioral Changes With A View To A More Sustainable Future. In *Proceedings of the 59th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences, ISSS 2015*.
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para La humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409–423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Barkley, D. L., & Henry, M. S. (1997). Rural Industrial Development: To Cluster or Not to Cluster? *Review of Agricultural Economics*, 19(2), 308. <https://doi.org/10.2307/1349744>
- Briones, A., Badillo, I., & Tejeida, R. (2012). *Using Viable Systems Model As A Diagnostic Tool Of The Sustainable Tourism I*.
- Calderón, C., & Sánchez, I. (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas Del Desarrollo*, 43(170), 125–154.
- Campbell, A., & Alexander, M. (1997). What's Wrong with Strategy. *Harvard Business Review*, 33(5), 78–82.
- Chofreh, A. G., & Goni, F. A. (2017). Review of Frameworks for Sustainability Implementation. *Sustainable Development*, 25(3), 180–188. <https://doi.org/10.1002/sd.1658>
- Daddi, T., Nuccia, B., & Iraldoab, F. (2017). Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090>
- Di Giacinto, V., Gomellini, M., Micucci, G., & Pagnini, M. (2014). Mapping local productivity advantages in Italy: Industrial districts, cities or both? *Journal of Economic Geography*, 14(2), 365–394. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbt021>
- Espinosa, A., Harnden, R., & Walker, J. (2006). *Structural Design for Sustainability: Some Insights from Organisational Cybernetics*. Retrieved from www.syncho.org
- Foghani, S., Mahadi, B., & Omar, R. (2017). Promoting clusters and networks for small and medium enterprises to economic development in the globalization era. *SAGE Open*, 7(1). <https://doi.org/10.1177/2158244017697152>
- Forbes México. (31 de Enero de 2018). *Forbes México*. Obtenido de Pymes mexicanas, un panorama para 2018: <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018/>



- Francois, C. (2004). *International encyclopedia of systems and cybernetics*: Walter de Gruyter.
- Gómez, A. (Escuela de N. C., Otero, C. (Colímera C., & Prieto, I. (Bridged W. . (2011a). La aplicación del Cuadro de Mando Integral en un clúster. *Harvard Deusto Business Review*, (Cmi), 58–70. Retrieved from [http://www.observatorio-iberoamericano.org/RICG/N_8/David Ruiz.pdf](http://www.observatorio-iberoamericano.org/RICG/N_8/David_Ruiz.pdf)
- Götz, M., & Jankowska, B. (2017). Clusters and Industry 4.0—do they fit together? *European Planning Studies*, 25(9), 1633–1653. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1327037>
- Gülçin, B., & Yağmur, K. (2018). Sustainability performance evaluation : Literature review and future directions, 217. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.064>
- Henderson, B. (University's O. G. S. of M. (1989). The Origin of Strategy. *Harvard Business Review*, 139–143.
- Kruger, C., Caiado, R. G. G., França, S. L. B., & Quelhas, O. L. G. (2018). A holistic model integrating value co-creation methodologies towards the sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 191, 400–416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.180>
- López, E. (Universidad N. A. de M. (2008). El concepto de competitividad y su medición a nivel regional. *MERCADOS y Negocios*, (dd).
- Luis-Pineda, O. (1979). *U.S.-Mexico Economic Relations. "The Impact of Policymaking Regarding Energy Resources: The Case of Mexico"*. Noel Osborn y John Poulson. Westview Press. USA.
- Luis-Pineda, O. (1999). *La Maquila en México: Evolución y Perspectivas* Tomo I IPN.
- Luis-Pineda, O. (2000). *La Problemática Ambiental en la Industria Maquiladora*. Revista Economía SigloXXI.
- Luis-Pineda, O. (2006). "Desequilibrio Regional e Insustentabilidad en México: El Exodo Maquilador Hacia la Región Sur-Sureste" Revista ESEconomía, No.10, Abr-Junio, pp.47-73
- Luis-Pineda, O. (2008). *Hacia la Recoversión del Modelo Económico Mexicano en el Siglo XXI* IPN.
- Martínez, A., & Porcelli, M. (2017). Reflexiones sobre la economía verde. *Lex*.
- Mobus, G. (2017). A Framework for Understanding and Achieving Sustainability of Complex Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, 34(5), 544–552. <https://doi.org/10.1002/sres.2482>
- OCDE. (2001). Innovative clusters : drivers of national innovation systems. *Enterprise Industry and Services*, 419. <https://doi.org/10.1177/0170840600215005>
- Oosterhaven, J., & Broersma, L. (2007). Sector structure and cluster economies: A decomposition of regional labour productivity. *Regional Studies*, 41(5), 639–659. <https://doi.org/10.1080/00343400601120320>
- Oxford. (2010). *Oxford advanced learner's dictionary*. Oxford [England]: Oxford University Press, 2010.
- Pacheco-Vega, R. (2007). Una crítica al paradigma de desarrollo regional mediante clusters industriales forzados.



Estudios Sociológicos, 25(75), 683–707. <https://doi.org/10.2307/40421105>

Park, E., Yoo, K., Kwon, S. J., Ohm, J. Y., & Chang, H. J. (2016). Effects of innovation cluster and type of core technology on firms' economic performance, 4(June), 117–131.

Pérez, B., Cavazos, J. A., Rosano, G. O., & Alberto, M. L. (2015). *La Sustentabilidad en México: Un Nuevo Planteamiento Ante El Paradigma*. Puebla, México.

Porter, M. E. (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*, 120–134. Porter, M. E. (1996). What Is Strategy? *Harvard Business Review*, (December).

Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(December), 77–90. <https://doi.org/10.1042/BJ20111451>

Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, 78–90.

Romero, D., & Molina, A. (2012). Green virtual enterprise breeding environments: A sustainable industrial development model for a circular economy. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 380 AICT(c), 427–436. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32775-9_43

Romero, D., & Noran, O. (2015). Green virtual enterprises and their breeding environments: Engineering their sustainability as systems of systems for the circular economy. In *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.424>

Schumpeter, J. (1944). *Teoría del Desarrollo Económico*. México, Fondo de Cultura Económica.

Seidel, S., Chandra Kruse, L., Székely, N., Gau, M., & Stieger, D. (2018). Design principles for sensemaking support systems in environmental sustainability transformations. *European Journal of Information Systems*, 27(2), 221–247. <https://doi.org/10.1057/s41303-017-0039-0>

Teisser, H. (2006). Systemic Methodologies in Regional Sustainable Development. *Systems Research and Behavioral Science*, 573(3), 549–573. <https://doi.org/10.1002/sres>

Temouri, Y. (2012). The Cluster Scoreboard. *OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Working Paper*, 12. <https://doi.org/10.1787/5k94ghq8p5kd-en>

UNIDO. (2017). Structural Change for Inclusive and Sustainable Industrial Development. *United Nations Industrial Development Organization, Vienna*.

UN (2015). The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, 16301(October), 13–14.

UN. (2019). *Sustainable Development Goals*. www.un.org/sustainabledevelopment/infrastructure-industrialization/ Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping.

Scientometrics, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

Virapongse, A., Brooks, S., Covelli, E., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A., & Alessa, L. (2016). A



social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028>

The World Bank. (15 de May de 2019). *The World Bank data*. Obtenido de External balance on goods and services (current US\$): https://data.worldbank.org/indicator/NE.RSB.GNFS.CD?contextual=region&locations=MX-US&most_recent_value_desc=true

Yu, S., Kim, Y., & Kim, M. (2007). Do we know what really drives KM performance? *Journal of Knowledge Management*, 11(6), 39–53. <https://doi.org/10.1108/13673270710832154>



BIOGRAFIAS

Luis A. Mendoza del Villar é doutorando e pesquisador assistente no Instituto Politécnico Nacional (IPN) no México Possui graduação em Engenharia Industrial pelo IPN-UPIICSA, México, mestrado em Engenharia Industrial pela Seção de Pós-Graduação e Pesquisa (SEPI) na mesma unidade acadêmica, candidato ao programa de doutorado em Engenharia de Sistemas pela Escola Superior de Engenharia Mecânica e Elétrica (ESIME z), México. Visita de estado de pesquisa na Universidade de Derby em 2019, Reino Unido. Experiência de trabalho do Mestre Luis em consultoria de engenharia de movimentação de materiais para materiais a granel e produtos unitários com Johnson Controls, Nestlé, All tube, empresa Coca Cola, Bayer, entre outros. Seus interesses de pesquisa incluem sustentabilidade, desenvolvimento industrial, produtividade, inovação, manufatura e I 4.0. É membro da Associação Sistemática da América Latina (ALAS).

Jose Arturo Garza-Reyes é Professor de Gestão de Operações e Chefe do Centro de Melhoria da Cadeia de Suprimentos da Faculdade de Negócios, Direito e Ciências Sociais da Universidade de Derby, Reino Unido. Ele está ativamente envolvido em projetos industriais, onde combina seu conhecimento, experiência e experiência industrial em gestão de operações para ajudar as organizações a alcançar a excelência em suas funções internas e cadeias de suprimentos. Ele também liderou e gerenciou projetos de pesquisa internacionais financiados pela Academia Britânica, British Council e Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia do México (CONACYT). Publicou mais de 100 artigos nas principais revistas científicas, conferências internacionais e quatro livros nas áreas de gestão de operações e inovação, medição de desempenho de manufatura e sistemas de gestão da qualidade. As áreas de especialização e interesse para o Professor Garza-Reyes incluem aspectos gerais de gestão de operações e manufatura, excelência empresarial, melhoria da qualidade e medição de desempenho. Ele é um Chartered Engineer (CEng), um Six Sigma-Green Belt certificado, e tem mais de oito anos de experiência industrial trabalhando como Gerente de Produção, Engenheiro de Produção e Gerente de Operações para várias empresas internacionais e locais no Reino Unido e México. Ele também é membro da Academia de Ensino Superior (FHEA) e membro da Instituição de Tecnologia de Engenharia (MIET).

Eduardo Oliva López educador, consultor. Bolsista Conacyt-México, 1975-1979; Bolsista Fulbright, 1995. Diretor fundador do Instituto de Pesquisa em Ergonomia, Cidade do México, 1996. Graduiu-se na Escola Superior de Engenharia Mecânica e Elétrica (ESIME z), Instituto Politécnico Nacional, México, em 1967. Fez mestrado na mesma instituição em 1975. Ph.D. em Engenharia Industrial e de Sistemas, Birmingham University, Inglaterra, 1976. Diretor fundador do Instituto de Pesquisa em Ergonomia, Cidade do México, 1996. Membro da Sociedade de Ergonomia e Fatores Humanos, International Society Systems Science. O interesse de pesquisa de Eduardo é o desenvolvimento de um método prático para avaliação de fatores de risco causadores de problemas musculoesqueléticos no trabalho. Dois livros produzidos em espanhol: Homem-Máquina- Sistemas de Ambiente de Trabalho. Ergonomia para médias e pequenas empresas.

Octavio Luis Pineda Ex-bolsista Fulbright e bolsista AID pelo Departamento de Estado dos EUA, desde 1991 até a presente data, membro oficial do Sistema Nacional de Pesquisadores do México (SNI). (Ramo do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia do México, CONACYT, reunindo acadêmicos de excelência e para fomentar atividades de pesquisa de alto nível nos vários campos ou ramos do conhecimento humano no país, relevantes para o seu desenvolvimento científico e socioeconômico. Professor convidado em várias universidades, com Pace University, N.Y.- campus Pleasantville, Departamento de História e Economia (1986); Centro de Pesquisa e Estudos em Meio Ambiente e Desenvolvimento, CIIEMAD-IPN (2003), e desde 2005, professor visitante e colaborador externo, na UPC, Universidade Politécnica da Catalunha Programa de Doutorado em Engenharia de Projetos em Meio Ambiente, Avaliação de Riscos de Trabalho e Comunicação, Barcelona, Espanha.