

Nota editorial: este artigo explora as bases teóricas do conetivismo e associa-o a outras teorias da aprendizagem. O conetivismo foca-se nas redes: neuronais, internas (conceptuais) e externas. Associa os papéis do professor, do aprendente e do conhecimento, dentro de um ambiente que se altera dinamicamente. As imagens e os exemplos clarificam o posicionamento dos autores, ao afirmarem a relevância e importância da teoria conetivista e da sua prática, para a aprendizagem apoiada por tecnologia.

Compreender a rede de conhecimento, a aprendizagem e o conetivismo

Alaa A. AlDahdouh, António J. Osório e Susana Caires

Portugal

Traduzido por Leonel Morgado, Universidade Aberta,
a 31 de março de 2019

Resumo

O comportamentalismo (ou *behaviorismo*), o cognitivismo, o construtivismo e outras teorias em ascensão, como a teoria ator-rede e o conetivismo, circulam no meio educativo. Para cada uma, há aliados que sustentam factos de investigação e a consistência das observações. Entretanto, as teorias existentes dominam o terreno até que o pano de fundo se altere ou factos mais concretos demonstrem as suas insuficiências. O conetivismo afirma que o pano de fundo – ou o clima geral – se alterou recentemente: uma nova geração de investigadores, conetivistas, propõe uma nova forma de conceber o conhecimento. Segundo eles, o conhecimento é uma rede e a aprendizagem é um processo que explora esta rede. Outros investigadores consideram que este conceito não está claro, ou que não é novo, pelo que provavelmente não afetará o campo da educação. Este artigo aborda uma compreensão difusa do conhecimento, definido enquanto rede, e a falta de recursos que debatam este tema. Por isso, tenta clarificar o que significa definir o conhecimento como uma rede e de que forma isso pode afetar o ensino e a aprendizagem.

Palavras-chave: teoria da aprendizagem; construtivismo; conetivismo; conhecimento; aprendizagem em rede; e-learning, curso online aberto e massivo; MOOC; epistemologia; ontologia; aprendizagem online; inteligência artificial; IA

Introdução

Pode-se considerar adequado comparar o campo da educação a um cadinho: a filosofia, a tecnologia, a ciência e a artes são apenas algumas de muitas disciplinas que participam e se intersejam neste campo multidisciplinar. Encontrar uma teoria sustentável que combine e harmonize esta mistura heterogénea é como jogar um jogo sem fim. As novas descobertas e inspirações originam alterações no pano de fundo sobre o qual se apoiam as teorias atuais. O conetivismo, uma teoria recente e em desenvolvimento, defende que estão a ocorrer alterações tremendas nos processos de aprendizagem e que não é possível continuar a fazer evoluir as teorias anteriores. Em vez disso, deve ser criado um quadro conceptual novo, como tentativa de explicar os fenómenos emergentes. Segundo o conetivismo, as novas tendências teóricas apoiam-se em circunstâncias diversas e o conetivismo estabelece os seus alicerces na era da informação.

Neste processo de alterações rápidas, a tecnologia desempenha um papel de liderança no interior do cenário letivo. Por exemplo, o desenvolvimento tecnológico está a afetar, entre outros aspetos: (1) as ferramentas desenvolvidas em redor da sala de aula e (2) o desenvolvimento curricular. Relativamente ao primeiro aspeto (o desenvolvimento de ferramentas) o rápido desenvolvimento de ferramentas tecnológicas como o computador pessoal (PC, *personal computer*), os

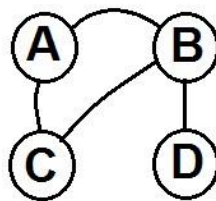
computadores portáteis, a Internet, os *smartphones* e a Web 2.0 lançou os educadores para uma batalha, onde têm de se manter a par desta velocidade. Enquanto os educadores debatiam se deviam ou não usar os PC na sala de aula, emergiu a Internet. Quando a investigação começou a abraçar a Internet, foi inventado o *smartphone*; e o ciclo prossegue. Relativamente ao segundo aspeto (o desenvolvimento curricular) este também foi afetado significativamente (Cormier, 2008). Por exemplo, pense-se num aluno de informática na universidade. No seu primeiro ano, foi aplicado um novo plano de estudos. Durante o seu curso de 4 anos, ele estudou segundo este plano. Depois de se formar, o que estudou já estava desatualizado. Nesta nova era, um período de 4 anos pode ver surgir alterações tecnológicas significativas; tudo acontece demasiado depressa e, em pouco tempo, as informações podem tornar-se obsoletas!

A teoria do conetivismo encara estes problemas através da visão das ciências das redes. Segundo o conetivismo, não faz sentido encarar a aprendizagem como mera construção interna do conhecimento. Em vez disso, deve-se encarar como aprendizagem aquilo que os aprendentes podem alcançar na rede externa. Além disso, o próprio conhecimento tem uma estrutura; não é algo difuso ou misterioso. É complexo e caótico, evidentemente, mas tem uma estrutura. O conetivismo usa aquilo que já foi descoberto na análise de redes para interpretar o conhecimento e encara o conhecimento como uma rede (Siemens, 2008).

Entretanto, definir conhecimento como uma rede é um conceito que tem de ser clarificado. Neste artigo, os autores propõem-se lançar alguma luz sobre este novo quadro conceptual, acrescentando-lhe alguns exemplos palpáveis de conhecimento enquanto rede. Por outras palavras, de como a estrutura da rede pode representar a diversidade e complexidade do conhecimento. A partir de disciplinas diversas, este artigo avança passo a passo, através de exemplos simples, para explicar a complexidade e as características caóticas do conhecimento. O conhecimento, contudo, está repleto de exemplos mais sofisticados e complexos.

Conhecimento como rede

O termo “rede” refere-se a um conjunto de nós ligados por relações. Assim, a rede consiste em um ou mais nós ligados por uma ou mais relações. Na figura que se segue, a rede consiste em quatro nós (A, B, C, D) ligados por quatro relações.



Componentes da rede

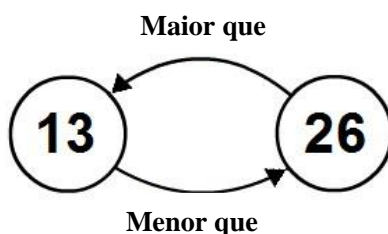
Nó: trata-se de quaisquer objetos que possam ser interligados. O conetivismo reconhece três tipos de nós: neuronais, conceptuais (internos) e externos (Siemens & Tittenberger, 2009). Ao nível neuronal, a rede é composta por neurónios ligados pelos axónios e dendrites (Stufflebeam, 2008). Ao nível conceptual, a rede é composta por conceitos, ideias e pensamentos, interligados por relações conceptuais como a semelhança ou a correção positiva. Ao nível externo, a rede consiste em pessoas, livros, sítios Web, programas e bases de dados, interligados pela Internet, por intranets ou por contactos diretos.

Relação: a relação é uma ligação entre dois objetos. Uma ou mais relações podem ser agrupadas num vínculo. Existem alguns casos especiais de relações ou de características de relações na rede:

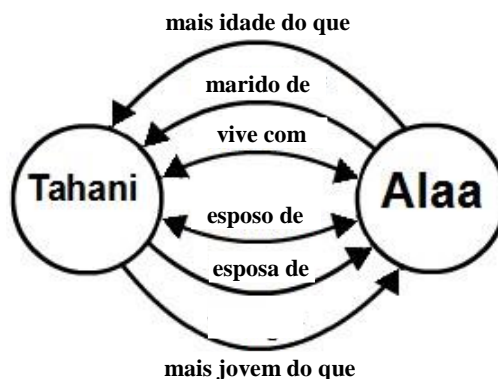
Graduada: a relação entre nós não é necessariamente precisa. Por vezes é uma interpretação ou gradação. Por exemplo, pense-se numa relação de ‘amizade’ entre duas pessoas.

Obviamente, a amizade não é uma relação quantitativa. É interpretada, graduada ou até composta por subrelações. Neste caso, considera-se que ‘amizade’ é um ‘vínculo’.

Sentido: o sentido da relação é relevante. Algumas relações invertem-se quando se flui de um nó para outro. Por exemplo, pense-se na relação ‘menor que’ que liga o nó do número ‘13’ com o nó do número ‘26’. A relação tem de ser invertida para a relação ‘maior que’ quando se flui do ‘26’ para o ‘13’.

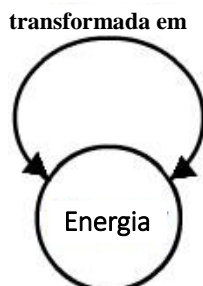


Isto não ocorre com todas as relações. Pense-se num vínculo que une um casal, ‘Alaa’ e ‘Tahani’. A relação ‘esposo de’ e a relação ‘vive com’ são semelhantes, em ambos os sentidos. Contudo, as relações ‘marido de’, ‘mais jovem que’ e ‘mais idade do que’ têm sentidos diferentes.



Há outras relações que têm um sentido mas não têm inversa. Por exemplo, uma relação de ‘subtrair’ entre dois números.

Autojunção: o nó pode ligar-se a ele próprio. Considere, por exemplo, uma pessoa que se considere culpada de algo. Outro exemplo de uma relação de autojunção é a Lei da Conservação da Energia: a energia não pode ser criada nem destruída, mas simplesmente se transforma de uma forma para outra (Planck, 2013, p. 40). Assim sendo, se a energia for representada por um nó, deve ligar-se a si mesma com uma relação ‘transformada em’.



Padrão: um padrão é um conjunto de relações que surgem juntas como um todo. Trata-se de um dos conceitos mais importantes do conetivismo. Os exemplos anteriores referiam-se a uma

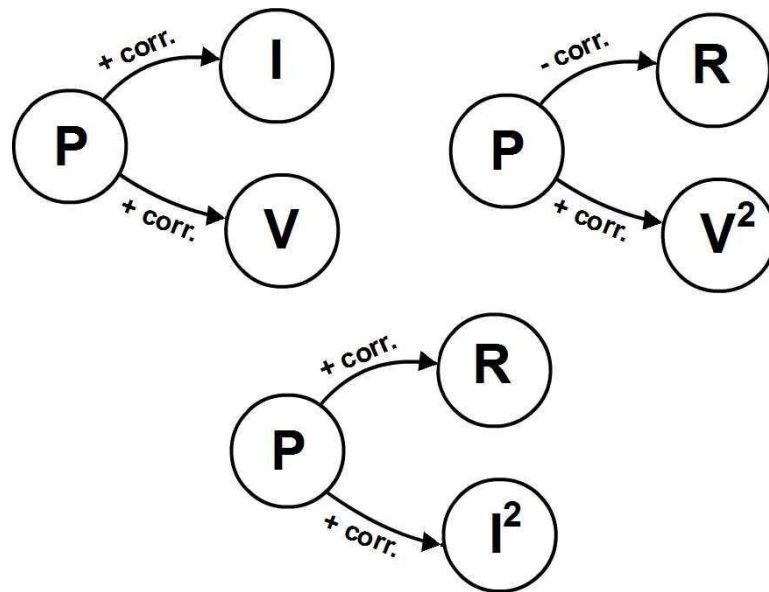
relação simples que juntava um ou mais nós. Tudo se torna mais complexo quando uma relação não pode ser considerada algo isolado entre dois nós. Por exemplo, pense-se na fórmula da potência num circuito elétrico de corrente contínua.

$$P = IV = \frac{V^2}{R} = I^2R$$

Onde: P = potência; I = corrente; V = tensão e R = resistência.

A potência elétrica de um circuito de corrente contínua é conhecida por uma destas fórmulas.

A figura que se segue representa-as como três redes distintas:



A primeira fórmula diz que ‘P’ está positivamente correlacionado com ‘I’ e ‘V’. Mas será verdade afirmar que ‘P’ está positivamente correlacionado apenas com ‘I’? Para responder a esta pergunta, atendamos às duas outras fórmulas e vejamos a relação entre ‘P’ e ‘R’. Infelizmente, a relação está negativamente correlacionada na segunda fórmula apesar de estar positivamente correlacionada na segunda fórmula! Por isso, não é verdade dizer que ‘P’ está positivamente correlacionado com ‘R’ e não é verdade dizer que ‘P’ está negativamente correlacionado com ‘R’. Mais que isso, não é verdade dizer que ‘P’ não está correlacionado com ‘R’. A noção em causa é que uma relação única entre dois nós desta rede não faz sentido: é uma cadeia de relações que incluem como um todo as relações entre ‘P’, ‘R’, ‘V’ e ‘I’ (ou neste caso, um subconjunto delas). Estas cadeias chamam-se padrões. Assim, o significado está distribuído entre padrões de relações (Downes, 2007). O sistema neuronal constitui outro exemplo de conhecimento distribuído. As investigações em neurociências apontam no sentido de que um neurónio isolado não seja o contendor da informação; pelo contrário, esta consiste em padrões de ligação entre um conjunto de neurónios (Siemens & Tittenberger, 2009).

Formação de nós

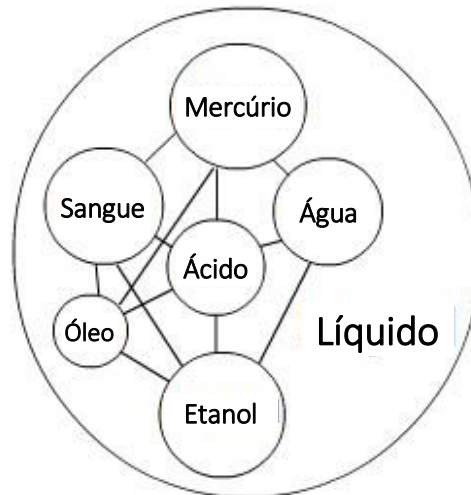
Na secção anterior, o nó foi descrito com mera caixa preta ou objeto ambíguo. Contudo, o conetivismo afirma que o próprio nó é uma rede. “Todas as entidades são compostas por mais entidades” (Downes, 2007). A entidade pode ser encarada a três níveis distintos:

Nível neuronal

A rede ao nível neuronal é um conjunto de neurónios interligados; cada neurónio está ligado a cerca de outros 5.000 a 200.000 neurónios (Stufflebeam, 2008). Mas o próprio neurónio é uma rede. Um neurónio comum tem um centro designado soma, que contém o núcleo da célula. A célula está rodeada pela membrana plasmática. O núcleo e a membrana estão ligados entre si por relações de dependência, para cumprirem as funções neuronais. O próprio soma é uma rede de síntese de proteínas, e assim sucessivamente (Lodish et al., 2000b). Os neurónios não possuem a capacidade de se cindirem. Por isso, um neurónio danificado não pode ser substituído, tanto quanto se sabe (Purves et al., 2001). Apesar das tentativas de investigadores para gerarem neurónios a partir de células estaminais, a rede neuronal dos adultos não cresce; está fixa¹.

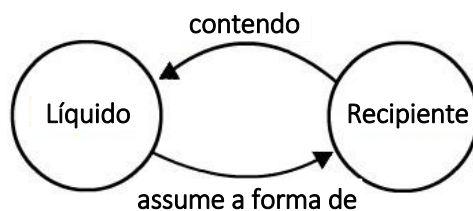
Nível conceptual

O nó, este nível, é um conceito. Os conceitos abarcam ideias e pensamentos que ajudam os seres humanos a interpretar o mundo. Os conceitos ligam-se entre si numa estrutura em rede (Siemens & Tittenberger, 2009). Por exemplo, veja-se o conceito de 'líquido'. Na verdade, não há um elemento físico chamado 'líquido'. 'Líquido' é apenas um conceito na mente humana que agrupa elementos relativamente semelhantes como a água, o óleo e o etanol. Todos estes elementos têm algo em comum, que nos leva a agrupá-los sob um só conceito: 'líquido'.



Assim, 'líquido' é um conceito que consiste numa rede de subnós, ligados entre si por relações 'semelhante a'. A criação de um nó único para representar uma agregação de nós diferentes simplifica a rede de conceitos humana. A ideia de agregação recupera uma ideia filosófica de associativismo: "duas coisas que são semelhantes de forma relevante interligam-se na mente. Esta relação ou associação por sua vez permite que o conhecimento acerca de uma seja inferido a partir da outra" (Downes, 2007). Além disso, um nó de líquido pode ligar-se, de forma simples, a outros nós conceptuais. Por exemplo, um 'líquido' liga-se a um nó 'recipiente' através de uma relação 'contendo/assume a forma de'.

¹ NOTA DO TRADUTOR: Os resultados atuais indicam o contrário: o cérebro adulto continua a conseguir criar neurónios durante toda a vida
https://www2.uol.com.br/sciam/noticias/o_cerebro_adulto_pode_gerar_novos_neuronios_.html

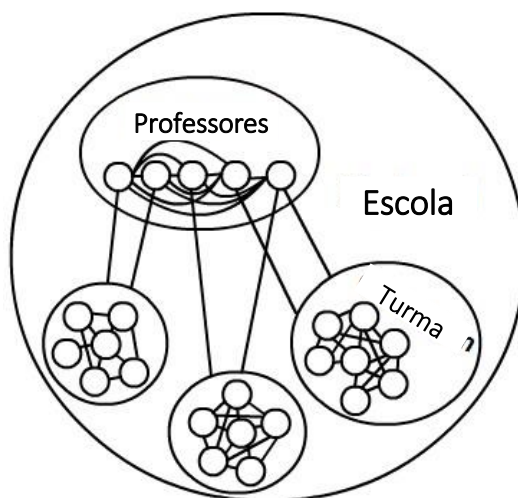


Isto também permite que *densidade do líquido* se ligue a *profundidade* e a *gravidade*, para dar origem à fórmula de *pressão hidrostática*. As diferenças entre os nós internos (água, óleo, ...) ainda são reconhecidas, mas nos casos em que não são relevantes, o conceito de líquido torna-se uma caixa negra. Assim, se alguém vir ‘gasolina’ pela primeira vez, essa pessoa consegue tratá-la com êxito como sendo um líquido, mesmo sem conhecer a sua essência.

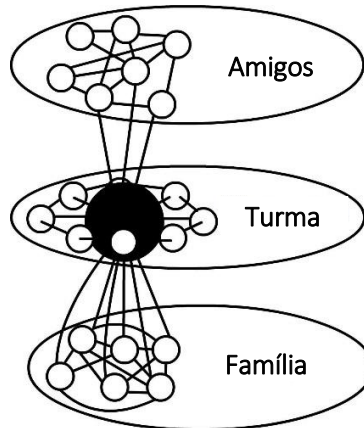
Nível externo

Ao contrário dos níveis anteriores, a rede externa tem uma diversidade de tipos de nós. O conetivismo resume todos os tipos de nós, definindo-os como nós sociais ou externos. O conetivismo, a este nível, apoia-se na teoria ator-rede (ANT, *actor-network theory*), que por sua vez se baseou no realismo científico e no construtivismo social (Frohmann, 1995). A teoria ator-rede compreendeu que o ambiente social é apenas uma rede de atores. Mencionam-se aqui dois grandes contributos: em primeiro lugar, a topologia ou estrutura que melhor descreve o ambiente é a rede; em segundo lugar, os atores neste processo não são apenas os seres humanos. Tanto os seres humanos como aspetos não humanos são considerados atores. A noção geral é que “em redes de seres humanos, máquinas, animais e matéria em geral, os seres humanos não são os únicos com agência, não são os únicos a agir; a matéria é relevante” (Risan, 1997). Contudo, o conetivismo dá mais ênfase à tecnologia e assume-a como ator e como relação. Assim, segundo o conetivismo, a tecnologia tem atores como os agentes de inteligência artificial, os telemóveis, os livros eletrónicos e os sítios Web; e ligações como as redes sociais, a Internet e as intranets.

Podem ser apresentados muitos exemplos distintos para a formação de cada tipo de nós a este nível. Nesta secção, apresentam-se alguns exemplos com seres humanos e com aspetos não humanos. Considere-se, por exemplo, uma escola como um nó de uma rede humanitária. A rede é composta por alunos, professores e administradores escolares. Dentro desta rede, emergiram subredes ou agrupamentos, como as turmas e o agrupamento dos professores. O agrupamento de partes da rede ou a divisão desta em subredes depende do número de relações entre os elementos. Assim, há relações intensas dentro de uma subrede e mais esparsas entre subredes. A própria turma pode ser dividida em subredes de grupos de amigos, e assim sucessivamente.



É importante saber que o exemplo anterior é apenas um setor de uma rede real. A rede real é muito mais complexa. Por exemplo, um aluno de uma turma está ligado a outras redes como os amigos e a família.



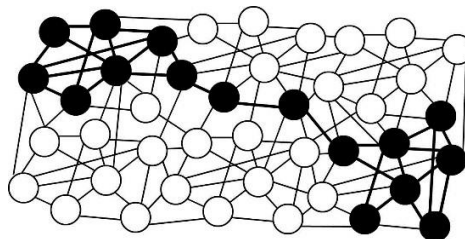
Da mesma forma, os nós não humanos participam em redes e são compostos por redes. Uma cadeia alimentar é um exemplo clássico. Pense-se na relação ‘alimenta-se de/comido por’ entre seres humanos, animais, plantas e outros seres vivos, que culmina na cadeia alimentar; mais especificamente, uma rede alimentar. Um estudo sobre a rede alimentar obteve um resultado interessante, que pode ser tido em conta noutras redes: juntar mais parasitas à rede alimentar aumenta a interligação, por vezes de forma drástica (Lafferty, Dobson & Kuris, 2006), sendo o grau de relação (conectividade) uma métrica-chave que afeta toda a estabilidade da teia alimentar. Por outras palavras, pequenas alterações numa relação direta entre dois nós, por ex. ‘A’ e ‘B’, podem ter efeito no nó ‘C’, que não está ligado a nenhum deles.

Fluxo de Informação

Na secção anterior, o nó é descrito como uma rede de nós relacionados. “O conhecimento pode residir em aparelhos não humanos” (Siemens, 2006b, p. 31). Contudo, o conhecimento está vivo e a informação passa pelos nós. “Os nós aos quais já não se reconhece valor ficam enfraquecidos neste ambiente” (Siemens, 2006b, p. 30). Nesta secção, descreve-se parcialmente o fluxo de informação nos três níveis das redes:

Nível neuronal

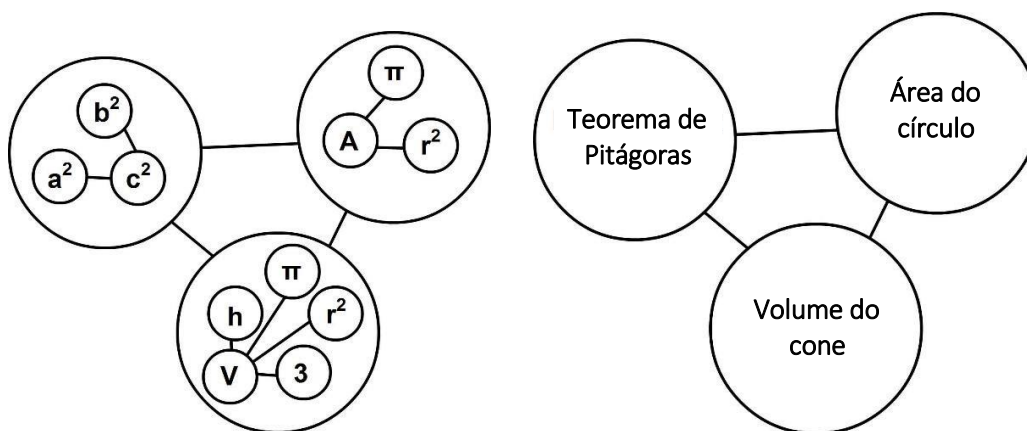
A rede neuronal envia mensagens para trás e para diante, através de impulsos nervosos eletroquímicos. O funcionamento dos neurónios baseia-se na sinalização sináptica, um padrão de relações ou percursos que ligam os neurónios e contribuem para a transmissão dos sinais. Este processo é parcialmente elétrico e parcialmente químico (Lodish et al., 2000b). Cada grupo de neurónios é responsável por processar tipos específicos de fenómenos, como calcular a verticalidade ou a quantidade. Quando dois grupos de neurónios no cérebro se ativam em conjunto, repetidamente, encontrarão um caminho curto que os liga entre si. Por isso vão ficando interligados. Mais tarde, a ativação de um grupo fará ativar o outro (Lakoff, 2009a).



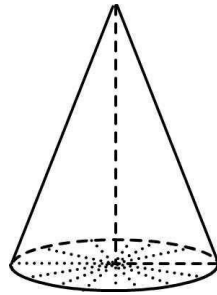
De cada vez que um neurônio se ativa, a relação aos neurônios seguintes é fortalecida. Sem tais sinais, as células ativam um designado “programa de suicídio” e acabam por morrer (Lodish et al., 2000a). Uma criança de 5 anos pode ver morrer metade das suas relações neuronais, se não forem usadas (Lakoff, 2009b).

Nível conceptual

O conectivismo encara os nós numa rede conceptual como sendo ideias, pensamentos e conceitos. A informação, os acontecimentos e as vivências fluem através das ideias, pensamentos e conceitos, no processo individual de pensar, sonhar, imaginar e até durante as vivências e experiências da vida quotidiana. Segundo o conectivismo, a rede conceptual trabalha continuamente e de forma independente do mundo físico, fluindo a informação de forma consciente ou inconsciente. É, na sua maioria (98%) um processo inconsciente (Lakoff, 2009a). A segunda premissa de associacionismo diz que “alguma quantidade de energia aplicada a um sistema origina alguma energia cinética – por outras palavras, o cérebro continua a pensar mesmo que não esteja a receber estímulos” (Downes, 2007, p. 5-6). O fluxo de informações que passam por estas ideias e conceitos fortalece-os, enquanto que as ideias e pensamentos pouco visitados pelos acontecimentos, experiências e informações circundantes vão, lentamente, perdendo as suas relações a outros nós e acabam por ser removidas ou esquecidas. Pense-se, por exemplo, num aluno que domina perfeitamente o teorema de Pitágoras para os triângulos-retângulos. Durante o período de estudo, o aluno está completamente ciente de todos os pormenores deste teorema. Consegue calcular quaisquer exemplos que lhe sejam fornecidos e ligar esta teoria a outras áreas e temas, como a área do círculo ou o volume do cone. Com o passar do tempo, se não encontrar estes conceitos na vida quotidiana, a primeira coisa que poderá ser esquecida são as relações internas entre os conceitos do teorema de Pitágoras, da área do círculo e do volume do cone. Assim, tornam-se entidades ambíguas. Finalmente, as relações entre áreas mais distantes poderão, gradualmente, perder-se.



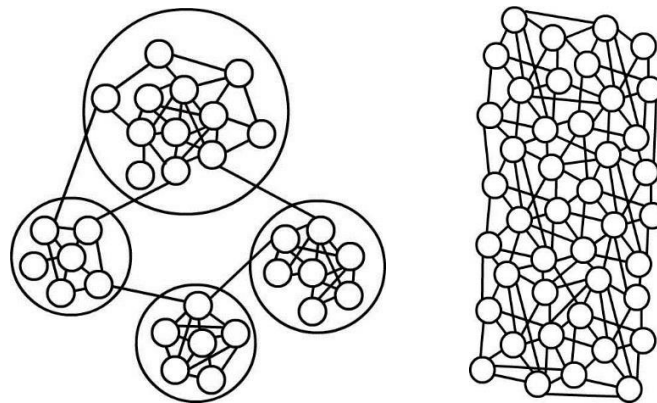
Por outro lado, “um aprendente que encontre regularmente novas informações e acontecimentos irá, dinamicamente, atualizar e reescrever a sua rede de aprendizagens e de crenças” (Siemens, 2006b, p. 30). Desta forma, o conectivismo aplica os mesmos conceitos atrás expostos ao nível neuronal. O fluxo de informações entre dois nós de conceitos têm de ser ativados e expandidos ao mesmo tempo, até que ocorra um percurso curto. Por exemplo, para criar um percurso curto (relação) entre o teorema de Pitágoras, a área do círculo e o volume do cone, cada conceito deve ser expandido até que o aprendente visualize a relação que os reúne todos.



Nível externo

O fluxo de informações, a nível externo, surge sob a forma de relação social. Os estudos sociológicos da ciência e da tecnologia revelaram que o nó (que pode ser humano ou não) está ligado socialmente ao seu ambiente, numa topologia em rede. O nó tem uma posição única na rede. Assim, só pode ver, perceber, e enviar e receber informações através dessa posição. São alvo da análise de redes sociais (ARS) aspetos como a posição na rede (centralidade), o número de relações diretas (densidade), a importância ou independência de uma relação a outros nós (ponte) e o número mínimo de relações necessárias para alcançar um nó de destino (distância). O que flui por estas relações não importa, segundo a perspectiva da ARS, que atende à frequência, repetição e disponibilidade de mensagens. Por outras palavras, a ARS não costuma analisar o conteúdo; analisa o número máximo, mínimo, médio e total de mensagens entre nós.

A tecnologia torna mais viáveis tanto as relações como o fluxo de informações. De um ponto de vista mais amplo, a tecnologia trouxe a sociedade de uma organização em grupos ou comunidades densamente interligados para uma organização em grupo interligado de forma mais esparsa, mas com indivíduos mais interligados. Por outras palavras, conduziu a sociedade ao ‘individualismo em rede’ (Dirckinck-Holmfeld, Jones & Lindström, 2009). Pode parecer contraditório, mas explica-se facilmente: o número médio de relações por nó aumentou, mas essas relações já não se limitam a um certo número de nós. Pelo contrário, as relações agora espalham-se por toda a rede.



A relação entre a ligação e o fluxo de informações é única. As informações precisam de uma ligação para poderem alcançar o destino; e a ligação precisa do fluxo de informações para se manter ativa. Assim, não existe fluxo de informações sem uma ligação e não subsiste uma ligação sem um fluxo de informações.

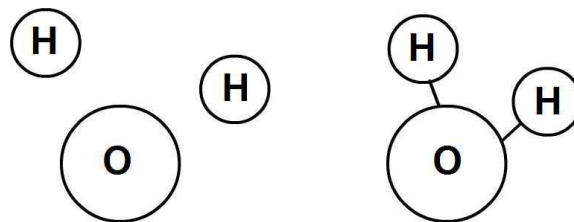
Como exemplo de fluxo de informações e do efeito da tecnologia na criação das relações sociais, considere-se uma empresa de software, que impõe uma estrutura de recursos humanos hierárquica, com gestores em cima e grupos fechados de programadores em baixo, O diretor-executivo apercebe-se, ao fim de algum tempo, que há fuga de código produzido no interior da empresa. Contrata uma empresa de segurança para seguir o fluxo de informações e assegurar-se de que nenhum intruso consegue alcançar esse código. A primeira investigação não deteta falhas de

segurança e o fluxo de informações está protegido. Contudo, a segunda investigação constata que os grupos fechados de programadores não eram realmente fechados. Alguns funcionários estavam a utilizar sítios Web de trabalho virtual para contratar outros programadores, conseguindo assim cumprir as suas tarefas. Alguns administradores viam isto como uma ameaça, outros como uma oportunidade. Estes últimos criaram muitas empresas virtuais, que reuniam programadores de todas as partes do mundo. Da mesma forma, os educadores talvez vejam estas alterações como ameaças ou como oportunidades.

Conhecimento conhecido e desconhecido

O conetivismo usa a topologia da rede para representar a estrutura do conhecimento. Uma das questões do conetivismo é: ‘será que o conhecimento já existe – pelo que o aprendente só tem que explorar, para o descobrir e agregar – ou será que é algo em aberto e a crescer, pelo que o aprendente pode inventar mais?’ Na verdade, o conetivismo reconhece ambos os cenários, mas foca-se mais no conhecimento conhecido. Descrevendo o conhecimento como algo abundante de fácil acesso, os conetivistas defendem que acrescentar algo novo ao conhecimento existente é muito complicado e requer o esforço de outras pessoas. Como afirma Siemens (2006b), “os problemas estão a tornar-se tão complexos que não podem ser contidos na mente de apenas um indivíduo – os problemas guardam-se de forma distribuída pelas redes, com cada nó a acolher parte do puzzle global” (p. 44). Assim, na visão dos conetivistas, agregar, explorar e descobrir o conhecimento conhecido é mais importante do que inventar conhecimento novo.

Também é importante saber que a agregação do conhecimento existente é vista, por si só, como conhecimento novo. Assim, um nó composto é maior do que a soma dos seus nós interiores. Por outras palavras, o nó composto tem uma propriedade emergente, pela qual as propriedades do nó não são apenas a coleção de propriedades dos nós internos (O'Connor & Wong, 2002). Na verdade, nalguns casos podem até ser completamente diferentes. Pense-se, por exemplo, nas propriedades dos átomos de oxigénio e hidrogénio. O hidrogénio gasoso é altamente inflamável e o oxigénio gasoso é necessário para a combustão. Combinando um átomo de oxigénio com dois de hidrogénio, o resultado é uma molécula de água (H_2O). É um *líquido*, que se usa para *extinguir* o fogo. A propriedade emergente que resulta desta combinação nada tem a ver com qualquer das propriedades dos átomos individuais.



Da mesma forma, reunir um administrador, uma secretária e um contabilista não gera apenas o seu conjunto. Em vez disso, pode gerar uma agência de viagens.

Assim, segundo o conetivismo, o conhecimento desconhecido encontrará forma de alcançar o conhecimento conhecido, quando os nós circundantes precisarem dele no seu percurso. A eletricidade e a gravidade poderiam não ter sido descobertas sem as descobertas que as precederam. Essas descobertas anteriores fazem com que seja lógico pensar e encontrar o padrão que relaciona a maçã caída, a força e a aceleração.

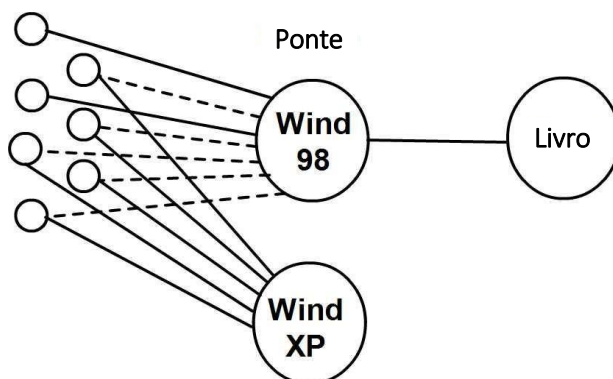
E se a rede fosse parcialmente desconhecida? Seríamos capazes de lidar com ela? Seríamos capazes de a utilizar? O que se observa realça que os seres humanos conseguem lidar com a incerteza, empregar objetos complexos e manipular “caixas negras”: a água era usada muito antes de se descobrir a sua síntese; os alunos usam calculadoras sem realmente saberem como funcionam.

Como diria Siemens (2006b), é a arte do ser humano: “o artista vê (e aceita) a beleza da incerteza e aprecia a aprendizagem tanto como processo quanto como produto... as ferramentas são usadas como pincéis, para criar a pintura desejada da aprendizagem” (p. 108).

Nó movei

Todas as teorias anteriores encaram o conhecimento como objeto ou estado a adquirir ou construir na mente do aprendente. Em contraste, o conectivismo concebe-o como um processo, que está vivo e se desloca, uma realidade mutável. Como se viu nas seções anteriores, o fluxo de informações de um nó para outro dá força vital à rede. Mas e quanto aos nós e às relações? O conectivismo encara-os como objetos em movimento. Por outras palavras, o tempo deve ser considerado um dimensão do conhecimento: a cada momento alguns nós surgem e outros desaparecem; algumas relações são fortalecidas, outras enfraquecidas. Assim, como diz Siemens (2005), “Embora haja agora uma resposta certa, ela pode estar errada amanhã devido a alterações no clima informativo que afeta as decisões” (p. 4); o próprio nó pode alterar a sua posição, alterando as suas relações e dando lugar a outra realidade. Para clarificar esta ideias, pense-se num condutor que dirige um carro a alta velocidade. A estrada parece estar vazia e todas as informações lhe davam conforto quanto à decisão tomada. Subitamente, um peão salta para a berma e atravessa a estrada. O carro, nesse momento, só estava a 50 metros do peão. A decisão certa seria carregar no travão. Infelizmente o condutor não tomou essa decisão. Dois segundos depois, o carro está só a 10 metros de distância. A decisão certa, nessa altura, seria virar o volante. Carregar no travão já não é a decisão certa. Neste exemplo, houve três decisões (velocidade alta, carregar no travão e virar o volante); cada uma representava a melhor decisão numa fração de tempo específica. Contudo, quando as informações recebidas se alteram rapidamente, a melhor decisão pode subitamente passar a ser a pior. Quando se acelera, o tempo de vida da decisão encurta-se. É exatamente isto o que ocorre no meio educativo: as ciências estão a desenvolver-se muito depressa e as decisões (relutantes) dos condutores estão a chegar demasiado tarde.

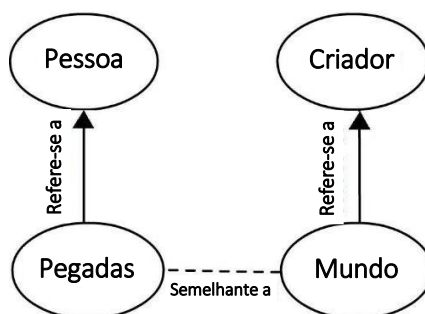
Há dois fatores principais que contribuem para tornar o nó instável: (1) emergência/volatilização de nós e (2) autonomia dos nós. Considere-se, por exemplo, um livro que fala do uso do Microsoft Windows 98 na educação. O livro demorou um ano a ser escrito. Depois percorreu o processo normal de validação e de distribuição. Isto levou mais dois anos. O livro chegou às estantes das bibliotecas passados 4 anos. Por essa altura, foi lançada uma nova versão do Microsoft Windows e o valor do livro é agora discutível.



Neste exemplo, o próprio Windows 98 era um nó na rede. Como qualquer outro produto comercial, este nó seguiu um ciclo de vida de um produto: introdução, crescimento, amadurecimento e declínio. Este nó emergiu e entrou em declínio no espaço de 4 anos (Microsoft, 2014). Entretanto, as pessoas ligaram-se a este nó. O livro é outro nó acrescentado à rede, que tenta usar o nó do Windows 98 como ‘ponte’ ou concentrador a partir do qual possa alcançar o público. Subitamente, entrou em cena um novo nó: o Windows XP. Como “a atualidade (conhecimento preciso e

atualizado) é o objetivo de todas as atividades de aprendizagem conetivista” (Siemens, 2005, p. 4), a maioria das pessoas abandonam o nó antigo (Windows 98) e ligam-se ao novo (Windows XP). Evidentemente, isto é uma má notícia para todos os nós que se concentravam no Windows 98: vendedores, programadores, autores e educadores.

A autonomia dos nós é o segundo fator de instabilidade da rede. Isto pode suceder em todos os tipos de nós: neuronais, conceptuais e externos. Os neurónios, por exemplo, são diferentes uns dos outros. Cada grupo de neurónios está responsável por uma tarefa específica. Os neurónios que lhes estão adjacentes começam por resistir ao sinal, até que a força deste e as repetições os levem a ligar-se. De outra forma, se a ativação de um neurónio pudesse facilmente ativar todos os neurónios adjacentes, então essa ativação de um neurónio isolado iria ativar todos os neurónios do cérebro e isso não ocorre, obviamente. Da mesma forma, a rede conceptual de uma pessoa resiste a ideias novas, a menos que essa pessoa tenha como aliados outros conceitos na sua mente. O conceito cresce gradualmente, ligando-se a outros conceitos. É por isso que, segundo o conetivismo, as pessoas têm diferentes ideias, opiniões e raciocínios; a relação entre dois conceitos é simplesmente o percurso do raciocínio. Por exemplo, alguém que viu pegadas humanas no chão deduziu que mais alguém por ali passou. A relação entre a pessoa (causa) e a pegada (efeito) é um nexos causal. Ao mesmo tempo, vê o mundo, em perfeita harmonia, semelhante à pegada (efeito): não ocorreu por acaso e há uma causa para este efeito. Assim, isto leva o observador da pegada ao Criador. Outras pessoas não verão a relação entre ‘Pegada’ e ‘Mundo’, pelo que chegarão a outras conclusões.



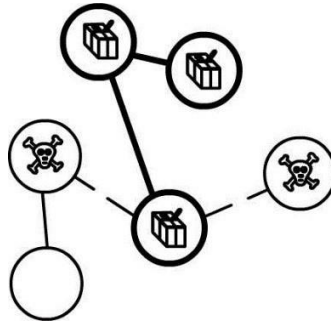
Aprendizagem como reconhecimento de padrões

No conetivismo, a estrutura do conhecimento é descrita como uma rede. A rede é um conjunto de nós ligados entre si. Estas relações/ligações podem não ser vistas como elos isolados entre dois nós. Em vez disso, são mais semelhantes a padrões: grupos de relações que se juntam num todo. A rede não é estática; é dinâmica e os padrões alteram-se ao longo do tempo. A aprendizagem, segundo o conetivismo, é um processo contínuo de exploração da rede e de descoberta de padrões; é um processo de reconhecimento de padrões. Nas próximas secções, o conhecimento, descrito como rede, é explorado relacionando-o com as teorias anteriores. Por outras palavras, a forma como as teorias anteriores agem no conhecimento em rede e como as suas propostas de modelos de aprendizagem são interpretadas à luz do conetivismo. Por fim, apresenta-se um modelo de aprendizagem conetivista, como modelo alternativo de aprendizagem (em linguagem de conetivistas).

Teorias anteriores

O comportamentalismo (também designado behaviorismo) encara o conhecimento como se fora um objeto físico que o aprendente devesse obter, a aprendizagem como um processo de transferência de factos para a cabeça do aprendente através de mecanismos de recompensa e

punição. Segundo o comportamentalismo, a aprendizagem depende do gosto/desgosto inato do aprendente. Pode ser representado no conhecimento em rede da seguinte forma: o professor deve colocar os prémios num percurso, o qual considera correto, colocando obstáculos noutros percursos. Assim, o aprendente achará interessante seguir o percurso do professor. Repetindo o processo, o aprendente acaba por se esquecer de todos os outros percursos.



O comportamentalismo resulta bem no treino de animais como cães, macacos, etc. Alguns professores do ensino inicial ainda consideram este método útil, visto que os prémios e obstáculos podem acelerar o processo de transferência de conhecimento.

O cognitivismo dá um passo em frente e diz que o conhecimento não se cinge aos factos; pode incluir teorias e opiniões. Assim, os aprendentes devem usar a sua capacidade lógica para processar informações. A aprendizagem é negociada pela experiência. Sob a perspetiva do conhecimento em rede, o professor deve conceber a experiência de aprendizagem previamente, preparando uma rede estreita onde o aprendente tenha um leque limitado de percursos para experimentar. Os aprendentes que seguem o percurso lógico irão ter êxito, os outros podem tentar novamente.

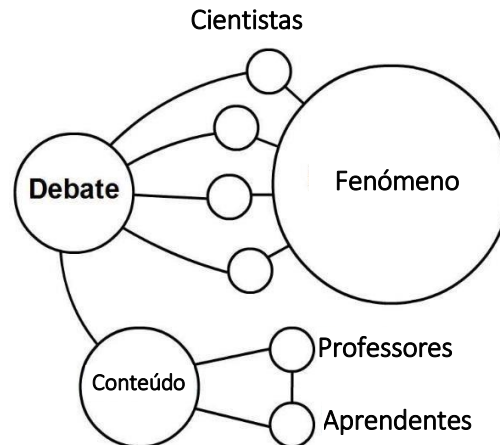
O construtivismo, especificamente, reconhece a complexidade do conhecimento. “Os princípios construtivistas reconhecem que a Aprendizagem no mundo real é confusa e complexa” (Siemens, 2005, p. 2). O conhecimento está no interior da mente do aprendente, construído através do processo de criação de significado. O professor deve conceber as experiências de aprendizagem de forma rica e diversificada. Sob a perspetiva do conhecimento em rede, o conhecimento não tem necessariamente um percurso lógico único até à resposta correta; pode haver outros percursos. O aprendente deve decidir o que quer seguir.

O modelo de aprendizagem nas teorias anteriores

Todas as teorias anteriores seguem o mesmo processo educativo. O conhecimento é inspecionado, negociado, filtrado e apresentado sob a forma de livros úteis. Os professores usam estes livros e organizam experiências de aprendizagem segundo uma das teorias anteriores: comportamentalismo, cognitivismo ou construtivismo. A melhor analogia para este processo é a história contada por El-Gazaly (n.d., p. 1359), um antigo educador árabe. El-Gazaly comparou o conhecimento a um elefante que pela primeira vez entra numa aldeia. Um grupo de cegos ouviu falar do grande animal, pelo que foram inspecioná-lo e disseram: daremos o nosso melhor para tentar descobrir com que se parece esse animal. Quando chegaram, um deles tocou na perna do elefante, outro tocou-lhe na tromba e o último tocou-lhe numa orelha. Depois, regressaram à aldeia e deu-se um debate. O primeiro disse: o elefante é como um cilindro grande e rijo (a perna), o segundo disse: o elefante é como um tubo pequeno e macio (a tromba) e o último disse: é como uma pele final (a orelha). Todos estavam a ser francos, mas nenhum era verdadeiro. Apesar do debate, escreveram livros acerca do elefante. Os livros foram depois usados por professores e alunos. Os cegos representam os cientistas que vão inspecionar um fenómeno novo. Cada um vê o fenómeno sob uma perspetiva. O construtivismo reconhece este problema. Destaca a negociação

entre cientistas para construir um padrão que melhor se assemelhe ao fenômeno. Também reconhece que a construção final não é exatamente equivalente ao fenômeno.

Em geral, as teorias anteriores seguem o mesmo processo educativo: fenômeno, cientistas, debate, conteúdo, professor e aprendiz. O professor pode funcionar como agente de transferência (comportamentalismo) ou como facultador (cognitivism, construtivismo).



Neste modelo, o conteúdo desempenha um papel central: é o objetivo que os cientistas geram; é o produto que os aprendentes consomem ou colocam na mente. **Este modelo funcionou bem durante muito tempo, mas agora já não, segundo o conectivismo.**

O modelo de aprendizagem do conectivismo

O conectivismo limita-se a acrescentar duas notas importantes à história do elefante: (1) o elefante não é um elefante, é uma criatura gelatinosa, que muda de forma com muito mais frequência; e (2) os investigadores, os professores, os aprendentes, juntamente com agentes não humanos, fazem parte do conhecimento; são parceiros e não homólogos. Tomando em consideração a proposta conceptual do conectivismo e concebendo as suas implicações para o processo educativo, é possível antever muitas alterações cruciais. Em primeiro lugar, se considerarmos as rápidas e numerosas alterações que testemunham as ciências e a sociedade, podemos afirmar que os métodos e os processos que usamos hoje para ensinar são demasiado demorados, ou seja: enquanto os cientistas inspecionam, debatem e escrevem livros, o conhecimento altera-se de forma rápida e significativa, cedo ficando obsoleto. Em segundo lugar, as abordagens educativas atuais tentam manter os professores e os aprendentes afastados das controvérsias e do debate científico. A ideia é proporcionar aos professores e aos aprendentes materiais prontos a usar. Mas isto, de alguma forma, transforma os professores e os aprendentes em meros consumidores de conhecimento, como agentes passivos.

Como pudemos ver através das tentativas do autor para clarificar a proposta conectivista, este novo quadro conceptual tem uma visão única relativamente à interação entre aprendentes e conteúdo. O conteúdo é apenas um nó na rede e os aprendentes estão, na sua essência, desinteressados de colocá-lo nas suas mentes. Em contraste, os aprendentes estão interessados em usar, copiar e colar este conteúdo para atingir os seus objetivos. Nas palavras de Siemens, “Descarregamos muitas capacidades cognitivas para a rede, pelo que o nosso foco como aprendentes desvia-se do processamento para o reconhecimento de padrões” (p. 43). Além disso, os aprendentes são nós autónomos da rede e diferem entre si em termos de objetivos – e consequentemente, na forma como usam o conteúdo. Segundo o conectivismo, o sistema educativo deve alimentar a diversidade dos aprendentes e não a sua semelhança.

Adicionalmente, propõe que os aprendentes sejam colocados no local onde estão os investigadores: à frente do conhecimento recente. Dessa forma, os aprendentes tornam-se geradores de conteúdo e não consumidores de conteúdo. Assim, em vez de dar aos aprendentes um problema estável, pronto a usar e já resolvido, o conetivismo propõe dar-lhes problemas instáveis, controversos e por resolver, da vida real. Isso pode aumentar a tensão e incerteza dos alunos, e talvez até uma sensação de “caos”. A incerteza obrigá-los-á a procurar respostas, a pedir ajuda, a procurar padrões e, por outras palavras, a estabelecer relações, numa tentativa de resolver o problema que se afigura. Aqui vem o papel do professor, como aprendente maduro ou nó especializado, alguém que já se ligou a uma rede muito boa no terreno: outros investigadores, livros, revistas, sítios Web, bases de dados, aplicações móveis e outros recursos. Em vez de ser um nó de ponte para esta rede, o professor deve ajudar os novos aprendentes a inserirem-se eles próprios nela, para se ligarem aos seus nós e passarem a ser parte dela.



Neste processo, a tecnologia representa o tipo de relação principal da rede. Seja por telefone, e-mail, motor de busca ou rede social, a tecnológica ajuda a alcançar informações atuais. Contudo, “seja online, cara a cara ou num regime misto, os ambientes de aprendizagem e de conhecimento têm de ser democráticos e diversificados” (Siemens, 2006b, p. 47).

Reflexão

O conetivismo foi extraído de um longo caminho de resultados em inteligência artificial. A ideia de representar o conhecimento como uma rede tem sido usada extensivamente na investigação em inteligência artificial (IA). Russel e Norvig (2010, p. 290) resumem, numa tabela, as linguagens usadas em IA, a sua ontologia (o que contém o mundo) e a sua epistemologia (o que o agente acredita quanto à ontologia):

Tabela 1
Epistemologia de agentes e linguagens de IA (Russell & Norvig, 2010)

Linguagem	Ontologia	Epistemologia
Lógica proposicional	factos	verdadeiro/falso/desconhecido
Lógica de primeira ordem	factos, objetos, Relações	verdadeiro/falso/desconhecido

Lógica temporal	factos, objetos, relações, tempo	verdadeiro/falso/desconhecido
Teoria das probabilidades	factos	grau de crença E(0-1)
Lógica difusa	factos com grau de verdade E(0-1)	valor de intervalo conhecido

A primeira vez que a ontologia foi apresentada como uma rede foi em lógica de primeira ordem. A lógica temporal acrescenta o tempo à rede. O conetivismo, pelo menos na sua primeira versão, corresponde à lógica temporal, onde a ontologia é uma rede composta por objetos e relações. Além deles, a rede tem factos e tempo. Os factos ou as regras regem a rede. O tempo importa na validação dos factos. Os agentes em IA correspondem aos aprendentes do conetivismo. Os aprendentes têm uma epistemologia composta por uma rede onde acreditam, não acreditam ou não sabem. Esta epistemologia não pertence a um aprendente; em vez disso, está distribuída entre os aprendentes e as coisas. Este artigo acrescenta o grau da verdade à ontologia e à epistemologia do conetivismo.

Parece que a maioria dos investigadores atuais se apercebeu de que a tecnologia afeta a forma pela qual compreendemos o conhecimento e a aprendizagem. Contudo, divergem nas suas visões deste impacto. Alguns ainda encaram como válidas as teorias de aprendizagem anteriores, vendo a tecnologia como outra forma das pessoas armazenarem o seu conhecimento, como os livros ou bases de dados. Para eles, “as ferramentas cognitivas modernas nada são a não ser uma extensão do conjunto de ferramentas” (Verhagen, 2006, p. 4). Por isso, “devemos esquecer o conetivismo” (Verhagen, 2006, p. 5). Outros vêm os impactos da Tecnologia como significativos, mas argumentam que a teoria do conetivismo não é a abordagem correta: chamar ao conetivismo uma teoria da aprendizagem “é uma afirmação arrojada para uma teoria tão recente” (Bell, 2011, p. 104) e “não parece que os contributos do conetivismo para o novo paradigma justifiquem tratá-lo como teoria da aprendizagem distinta, por direito próprio” (Kop & Hill, 2008, p. 11). Assim, sugerem alternativas: por exemplo, a teoria ator-rede (Bell, 2011) ou a psicologia cultural (Clarà & Barberà, 2013). Outros Investigadores vêm o valor da teoria do conetivismo e usam-na (Garcia, Brown & Elbeltagi, 2013; Barnett, McPherson & Sandieson, 2013; Blot & Saurel, 2014; Denzil, 2013; Dunaway, 2011) ou tentam integrá-la noutras teorias, como a das comunidades de práticas, a investigação baseada em conceção ou a teoria da atividade (Boitshwarelo, 2011).

Entre outros aspetos, o conetivismo foi criticado por:

- não abordar o processo pelo qual a aprendizagem ocorre, estar focado só no que se aprende e porquê (Verhagen, 2006);
- não apresentar novas ideias, todos os seus princípios já de alguma forma circulavam nos textos sobre educação (Verhagen, 2006);
- usar ideias e princípios de IA e aprendizagem-máquina, que não são de forma alguma aplicáveis à aprendizagem humana, tal como a aprendizagem humana não é aplicável à aprendizagem-máquina (Verhagen, 2006);
- seguir princípios com pouco rigor, que não estão expressos de forma que permita testá-los (Bell, 2011; Verhagen, 2006);
- os seus proponentes não fornecerem uma visão coerente das teoria, sendo as ideias escritas por alguns diferentes das escritas por outros (Bell, 2011);

- qualquer nova teoria deve construir-se sobre as anteriores em vez de as descartar, algo que o conetivismo não faz (Kop & Hill, 2008);
- lhe faltar investigação empírica suficiente (Kop & Hill, 2008);
- não apresentar uma solução para um paradoxo da aprendizagem (Clarà & Barberà, 2014);
- subconceptualizar a interação, por exemplo, a relação entre um professor e dois alunos diferentes seria representada por apenas duas relações, o que simplifica em demasia as relações humanas, podendo o professor ligar-se a um de forma completamente diferente da que se liga ao outro (Clarà & Barberà, 2014);
- não conseguir explicar o desenvolvimento de conceitos (Clarà & Barberà, 2014).

Downes e Siemens já debateram algumas destas questões (Kop & Hill, 2008; Siemens, 2006a). Este artigo também tenta clarificar os conceitos e pode responder a algumas destas questões. Por exemplo, cremos que a subconceptualização da interação pode ser explicada definido uma relação como tendo graus. Além disso, este artigo pode contribuir para explicar o desenvolvimento de conceitos, usando os princípios de que “toda as entidades são compostas por mais entidades” (Downes, 2007) e do fluxo de informações.

Uma questão interessante das constantes na lista anterior é que os conetivistas apresentam uma visão incoerente do conetivismo. A nosso ver, isto é um fenómeno natural, especialmente para uma teoria em desenvolvimento. Além disso, este artigo pode trazer uma apresentação ligeiramente diferente das efetuadas por outros conetivistas.

Relativamente à falta de trabalhos empíricos que suportem a teoria do conetivismo, podemos ver que o processo já se iniciou e que os resultados geraram alguns contributos positivos (Barnett, McPherson & Sandieson, 2013; Blot & Saurel, 2014; Dunaway, 2011). Contudo, nota-se que a maioria destes estudos empíricos foi feito em cursos online. Isto indica que os investigadores podem considerar o conetivismo como adequado apenas a contextos de e-learning, embora o conetivismo seja apresentado como uma teoria de aprendizagem em contextos educativos e não apenas em contextos de e-learning (Kop & Hill, 2008). Assim, é imperioso dar continuidade ao processo de validação do conetivismo e todos os contextos educativos, incluindo salas de aula em escolas.

Conclusão

A conceção do conhecimento utilizando uma topologia em rede é ambígua, para alguns investigadores. Embora este artigo não seja o primeiro a falar de conhecimento interligado (Downes, 2007; Siemens, 2006b), certamente acrescenta um sentido concreto a algumas palavras abstratas. Avança passo a passo, para que um recém-chegado ao campo das redes possa compreender facilmente o que se pretende dizer ao definir a estrutura epistemológica como uma rede. O estudo mostra como o conhecimento pode ser representado como uma rede composta de nós e relações. O nó pode ser neuronal, conceptual ou externo. A relação tem um sentido e na sua maior parte é graduada ou interpretada. A relação não pode ser encarada como uma simples conexão entre dois nós; em vez disso, deve ser encarada como parte de outras relações, um padrão. A rede do conhecimento não é estática; está viva e move-se. Por outras palavras, o tempo é considerado uma das dimensões do conhecimento: o fluxo de informações desempenha um papel para reter ou abandonar as relações; são acrescentados nós novos e outros desaparecem. Embora as anteriores teorias da aprendizagem não possuam a noção de conhecimento como rede, este artigo tenta explicar como os seus pressupostos se refletem numa rede. Finalmente, este artigo apresenta o modelo de aprendizagem do conetivismo, que se apoia na constatação das alterações rápidas ao conhecimento e na nova relação entre todos os aprendentes: alunos, professores e investigadores.

Contudo, este artigo não proclama abranger todos os aspectos do conhecimento em rede. Por exemplo, a cognição distribuída e o conhecimento coletivo não são abordados, embora ainda assim possam ser interpretados. Além disso, este artigo parte principalmente dos trabalhos de George Siemens e Stephen Downes, mas por vezes traz ideias da inteligência artificial.

Após rever a interpretação conectivista do conhecimento, afirmamos que uma rede é uma estrutura reparável; é dinâmica e pode lidar com a complexidade e diversidade do conhecimento. Contudo, definir a aprendizagem como um reconhecimento de padrões não basta para a interpretar. O segundo passo do conectivismo, achamos, é interpretar “como se faz o reconhecimento de padrões? Quais são os mecanismos usados para reconhecimento de padrões?” Mesmo na investigação em IA, não é possível construir um agente parando nesta fase. Por exemplo, para que um agente de IA reconheça um padrão, deve estar equipado com mecanismos de busca (busca em amplitude, busca em profundidade, busca melhor-primeiro gananciosa e busca A*), um armazém de axiomas (base de conhecimentos), regras lógicas e de inferência, algoritmos de aprendizagem e muitos outros. Só então os educadores poderão construir redes de aprendizagem que conseguem que os aprendentes cresçam facilmente e de forma muito rápida.

Referências

- Barnett, J., McPherson, V., & Sandieson, R. M. (2013). Connected teaching and learning: The uses and implications of connectivism in an online class. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(5), 685-698.
- Bell, F. (2011). Connectivism: Its place in theory-informed research and innovation in technology-enabled learning. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3), 98-118.
- Blot, G., & Saurel, P. (2014). Pattern Discovery in E-Learning Courses: a Time-based Approach. In *Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 2014 International Conference* (pp. 646-651). IEEE.
- Boitshwarelo, B. (2011). Proposing an Integrated Research Framework for Theoretical Synergies. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(2005), 161-179.
- Clarà, M., & Barberà, E. (2013). Learning online: massive open online courses (MOOCs), connectivism, and cultural psychology. *Distance Education*, 34(1), 129-136. doi:10.1080/01587919.2013.770428
- Clarà, M., & Barberà, E. (2014). Three problems with the connectivist conception of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, (OCTOBER 2013). doi:10.1111/jcal.12040
- Cormier, D. (2008). Rhizomatic education: Community as a Curriculum. *Innovate 4* (5). Retrieved September 19, 2014, from <http://davecormier.com/edblog/2008/06/03/rhizomatic-educationcommunity-as-curriculum/>
- Denzil Chetty. (2013). Connectivism: Probing Prospects for a Technology-Centered Pedagogical Transition in Religious Studies1. *Alternation*, 10 (Special Edition), 172±199. Retrieved from http://www.finance.ukzn.ac.za/docs/20.7/09_Che.pdf
- Dirckinck-Holmfeld, L., Jones, C., & Lindström, B. (2009). *Analysing networked learning practices in higher education and continuing professional development*. Sense Publishers.
- Downes, S. (2007). An Introduction to Connective Knowledge. Hug, Theo (ed.) (2007): Media, Knowledge & Education-Exploring new Spaces, Relations and Dynamics in Digital Media Ecologies.
- Dunaway, M. K. (2011). Connectivism: Learning theory and pedagogical practice for networked information landscapes. *Reference Services Review*, 39(4), 675-685.
- El-Gazaly, A. H. (n.d.). احياء علوم الدين. Retrieved September 28, 2014, from <http://www.creativity.ps/library/datanew/cre5/16.pdf>

- Frohmann, B. (1995). Taking information policy beyond information science: applying the actor network theory. In *ANNUAL CONFERENCE OF CANADIAN ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE* (Vol. 23).
- Garcia, E., Brown, M., & Elbeltagi, I. (2013). Learning within a connectivist educational collective blog model: A case study of UK higher education. *The Electronic Journal of E-Learning*, 11(3), 253-262.
- Kop, R., & Hill, A. (2008). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 9(3).
- Lafferty, K. D., Dobson, A. P., & Kuris, A. M. (2006). Parasites dominate food web links. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(30), 11211-11216.
- Lakoff, G. (2009a). Frameworks, Empathy and Sustainability pt1 of 6. Retrieved September 21, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=T46bSyh0xc0&feature=em-subst_digest-vreca
- Lakoff, G. (2009b). Frameworks, Empathy and Sustainability pt2 of 6. Retrieved September 23, 2014, from <https://www.youtube.com/watch?v=7piNmK-H55Y>
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000a). Cell Death and Its Regulation. In *Molecular Cell Biology* (4th ed.). New York: WH Freeman. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21716/>
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000b). Overview of neuron structure and function. In *Molecular Cell Biology* (4th ed.). New York: WH Freeman. Retrieved from Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21535/>
- Microsoft. (2014). Microsoft Product Lifecycle Search. Retrieved December 12, 2014, from <http://support2.microsoft.com/lifecycle/search/?alpha=Windows98>
- O'Connor, T., & Wong, H. Y. (2002). Emergent Properties. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2012 Edition)*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/properties-emergent/>
- Planck, M. (2013). *Treatise on thermodynamics*. Courier Dover Publications.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., & Williams, S. M. (2001). *Neuroscience* (2nd ed.). Sunderland (MA): Sinauer Associates. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10920/>
- Risan, L. C. (1997). *Artificial Life: A Technoscience Leaving Modernity? An Anthropology of Subjects and Objects*. TMV-senteret. Retrieved from http://www.anthrobase.com/Txt/R/Risan_L_05.htm#0.01 A brief introduction to the field of Artificial Life research
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Third Edit.). New Jersey: Prentice Hall.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Siemens, G. (2006a). Connectivism: Learning theory or pastime of the self-amused. *Manitoba, Canada: Learning Technologies Centre*.
- Siemens, G. (2006b). *Knowing knowledge*. Lulu. com.
- Siemens, G. (2008). CCK08_Wk5-Groups and Networks : Connectivism and Connective Knowledge. Retrieved June 11, 2014, from http://elearnspace.org/media/CCK08_Wk5/player.html
- Siemens, G., & Tittenberger, P. (2009). *Handbook of emerging technologies for learning*. Manitoba, Canada: University of Manitoba. Retrieved from <http://elearnspace.org/Articles/HETL.pdf>
- Stufflebeam, R. (2008). Neurons, synapses, action potentials, and neurotransmission. *Consortium on Cognitive Science Instruction*.
- Verhagen, P. (2006). Connectivism: a new learning theory? *University of Twente*, 2(1), 3-10. Retrieved from <http://elearning.surf.nl/e-learning/english/3793>

Acerca dos autores



Alaa A. AIDahdouh é doutorando no Instituto de Educação da Universidade do Minho, Portugal. Os seus interesses de investigação são fundamentalmente nos impactes tecnológicos sobre o comportamento da aprendizagem. O seu trabalho centra-se em investigar as novas teorias educativas, como o conetivismo, e o seu papel na melhoria a compreensão do processo de aprendizagem pelos educadores.

E-mail: AlaaAldahdouh@gmail.com

Autor correspondente.



António J. Osório é Professor Associado com Agregação da Universidade do Minho (Portugal) e membro do Departamento de Estudos Curriculares e Tecnologia Educativa do Instituto de Educação. Investigador no Centro de Investigação em Educação. Coordena vários projetos de investigação nacionais e Internacionais na área das tecnologias de informação e comunicação na educação. É diretor de cursos de mestrado e supervisor de vários projetos de mestrado e doutoramento.

E-mail: ajosorio@ie.uminho.pt

Susana Caires é doutorada em psicologia, na especialidade de psicologia educativa. Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade do Minho. Membro do Departamento de Psicologia Educativa e Educação Especial. Leciona em mestrados e doutoramentos em educação, nas áreas da motivação, aprendizagem e desenvolvimento, e métodos de investigação.

E-mail: caires@ie.uminho.pt