

UMA ONTOLOGIA PARA EXPLICITAR CONHECIMENTOS TÉCNICOS REFERENTES AO LABORATÓRIO REMOTO VISIR

Josiel Pereira¹;

Paulo Manoel Mafra²;

Juarez Bento da Silva³;

Simone Meister Sommer Bilessimo⁴;

João Bosco da Mota Alves⁵

***Abstract:** This article describes the development of an ontology with the purpose of facilitating the understanding of technical aspects of a remote laboratory used to support the teaching of electrical and electronic circuits, VISIR. The methodology was based on the Guide 101, generally used for the development of ontologies. Specifically, it was developed, initially, using the ontoKEM tool, based on knowledge acquired in technical manuals and scientific articles about the remote laboratory VISIR. The use of ontologies to explain knowledge related to this is an interesting alternative for the transmission of applied knowledge to this domain.*

Keywords: remote laboratory; VISIR; ontologie.

Resumo: Este artigo descreve o desenvolvimento de uma ontologia com finalidade de facilitar o entendimento de aspectos técnicos de um laboratório remoto usado como apoio ao ensino de circuitos elétricos e eletrônicos, o VISIR. A metodologia foi baseada no Guia 101, geralmente utilizada para o desenvolvimento de ontologias. Esta, em específico foi desenvolvida, utilizando a ferramenta ontoKEM, com base em conhecimentos adquiridos em manuais técnicos e artigos científicos sobre o laboratório remoto VISIR. A utilização de ontologias para explicitar conhecimentos relacionados a este se mostra uma interessante alternativa para transmissão de conhecimentos aplicados a este domínio.

Palavras-chave: laboratório remoto; VISIR; ontologia.

1 Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil. Correio eletrônico: josiel.pereira18.jp@gmail.com

2 Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil. Correio eletrônico: paulo.mafra@eti.br

3 Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil. Correio eletrônico: juarez.b.silva@ieee.org

4 Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil. Correio eletrônico: simone.bilessimo@gmail.com

5 Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil. Correio eletrônico: jbosco@inf.ufsc.br

1 INTRODUÇÃO

No ensino de engenharia, práticas laboratoriais são essenciais para que estudantes dominem certas habilidades e compreendam conceitos teóricos que serão reforçados quando praticados (Jara, Candelas, Puente & Torres, 2011). No entanto, existem algumas barreiras para proporcionar atividades práticas em laboratórios. Estas vão desde a disponibilidade de horários, infraestrutura das instituições que possuem poucos laboratórios ou nenhum, e estudantes que precisam de mais tempo praticando.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) permitem a criação de novos recursos que possibilitam contornar problemas latentes em diversas áreas e de atender uma série de necessidades. Bem como, no ensino de ciências e engenharia, uma solução que pode ajudar nesse sentido, são laboratórios remotos e virtuais, que possibilitam que estudantes realizem práticas por meio da internet, utilizando dispositivos digitais que permitem esse acesso de qualquer lugar a qualquer momento (Bal & Hamilton, 2014).

Existem diversos tipos de laboratórios remotos e virtuais, que atendem diversas áreas, como, por exemplo, no conteúdo de circuitos elétricos, pode-se citar o laboratório remoto VISIR (Gustavsson et al, 2016). Este recurso tem como objetivo, possibilitar práticas relacionadas ao conteúdo de circuitos elétricos e eletrônicos. Esse tipo de laboratório, tem sido instalado em algumas instituições para possibilitar que o número de estudantes que tenham acesso a essa ferramenta, seja ampliado. Uma dessas iniciativas foi o projeto VISIR+ que teve como finalidade disseminar o uso de laboratórios remotos VISIR na América Latina, com instalações de laboratórios no Brasil e na Argentina (Roque, 2017).

O laboratório remoto VISIR, possui uma série de conhecimentos atrelados a ele, que vão desde aspectos didáticos (relacionados a teoria e montagem de circuitos elétricos) a técnicos. Em relação aos aspectos técnicos, são necessários os conhecimentos para possibilitar o funcionamento do laboratório remoto, tal como a disponibilização de práticas que podem ser realizadas no mesmo, e para isso existe a necessidade de inserir componentes físicos e fazer a configuração do laboratório. Estas informações são providas por manuais técnicos e também mencionadas em artigos científicos. Para ter entendimento do funcionamento do laboratório remoto VISIR é necessário a leitura destes documentos. Diante disso, pensou em facilitar o processo de aprendizagem desses conhecimentos técnicos, propondo uma ontologia para explicitar tais conhecimentos.

Desta forma, este trabalho pretende descrever o desenvolvimento de uma ontologia que descreve conhecimentos técnicos do laboratório remoto VISIR, e que possibilite um novo formato de representação de conhecimento, que facilite o aprendizado de técnicos responsáveis por manusear o laboratório remoto VISIR.

A contribuição deste trabalho reside no fato de não existir até agora, uma ontologia formal que represente os conhecimentos descritos sobre o laboratório remoto VISIR, e desta forma descreve-se uma ontologia que faça esta representação. Sendo que esta representação pode contribuir para integração de experimentos em múltiplas instâncias dos laboratórios e para o entendimento da estrutura de conceitos atrelados a esta ferramenta.

Uma ontologia é uma maneira de se representar conhecimentos, esta define um vocabulário comum para domínios em que exista a necessidade de compartilhamento de informações. Definida como uma “especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada” (Studer, Benjamins & Fensel, 1998, p. 184). Através das ontologias é possível que mecanismos automáticos (sistemas) executem consultas e gerem inferências sobre o sistema descrito naquela ontologia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será feita a explicação de conceitos que fundamentam este trabalho. Sendo apresentado aspectos relacionados a laboratórios remotos, esclarecimentos sobre o laboratório remoto VISIR e algumas questões referentes a ontologias.

2.1 LABORATÓRIOS REMOTOS

Laboratórios remotos são tecnologias que permitem o acesso a práticas e experimentos em laboratório por meio da internet. Os experimentos em laboratórios remotos, são realizados com equipamentos reais, permitindo resultados reais (Corter, Nickerson, Esche & Chassapis, 2004). Diferente de quando utilizado laboratório virtuais que utilizam modelos matemáticos para simular as experiências em laboratórios.

De acordo com Lima (2003) as principais vantagens dos laboratórios remotos, está ligada a não existir restrições de tempo e espaço. Possibilitando que o estudante realize quantas vezes for necessário determinado experimento, e de qualquer lugar. E uma das desvantagens, também conforme Lima (2013) está ligada a necessidade de uma boa conexão de internet para que a transmissão da experiência seja feita adequadamente.

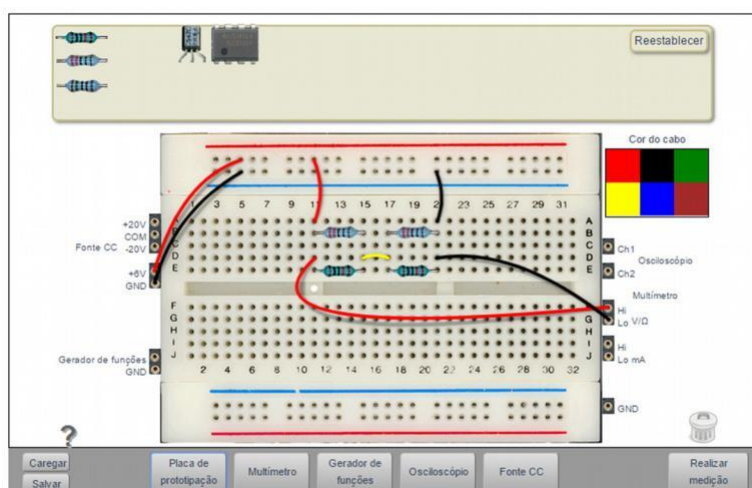
Segundo Garcia-Zubia, López-de-Ipiña & Orduña (2008) em relação às vantagens dos laboratórios remotos, aponta a maior disponibilidade e a promoção do trabalho autônomo pelos estudantes. Bem como, Frerich, Kruse, Petermann, & Kilzer (2016) que indica que laboratórios remotos incentivam estudantes a desenvolverem competências individuais.

2.1.1. Laboratório Remoto VISIR

O laboratório remoto VISIR, consiste de um recurso destinado ao ensino e aprendizagem de conteúdos de circuitos elétricos. De acordo com Pereira et al (2018), foi desenvolvido pela instituição *Blekinge Institute of Technology* (BTH) na Suécia. Instâncias deste laboratório remoto estão presente em oito países e em 12 instituições de ensino, inclusive na Universidade de Santa Catarina (UFSC) em Araranguá, no Brasil.

Conforme Gustavsson et al (2009), o VISIR permite a montagem de circuitos virtualmente e a medição dos mesmos em um equipamento real e com componentes reais. Em sua interface gráfica exibe uma série de componentes elétricos e eletrônicos, instrumentos de medição e alimentação, uma placa de prototipação e a possibilidade da utilização de fios virtuais para fazer conexões e realizar medições, na Figura 1 é mostrado a interface gráfica do laboratório remoto VISIR.

Figura 1. Interface gráfica VISIR



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Tawfik et al (2013), o VISIR é composto em relação a seus softwares, por uma **interface gráfica** que permite a interação dos usuários apresentada mediante um navegador web. Um servidor de medição que recebe as requisições de medições que foram realizadas na interface gráfica, verificando se é possível realizar a medição mediante arquivos chamados *Maxlist* que servem para indicar práticas/medições que podem ser realizadas no equipamento. Se for possível realizar a requisição, está é encaminhada para o servidor de equipamento e executa no equipamento físico, para isso conta com um arquivo chamado *componentlist* que indica componentes e instrumentos disponíveis e suas conexões, e por fim, retorna os resultados para interface gráfica (TAWFIK et al, 2013).

Além do software, o laboratório possui uma parte física que compreende seu hardware que são listados abaixo, conforme Odeh et al (2015):

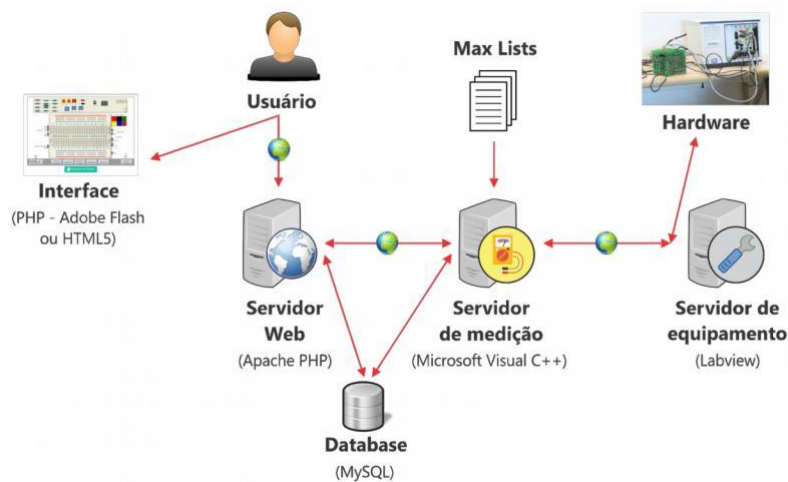
Chassi PXI, hardware que possui slots para inserção de módulos de instrumentos e é conectado a um computador e às placas de componentes e instrumentos.

Módulos de Instrumentos, representam fisicamente instrumentos de medição(Multímetro e Osciloscópio) e alimentação(Fonte de alimentação CC e Gerador de Funções), inseridos no Chassi PXI.

Placas de instrumentos e placas de componentes, as placas componentes possuem interfaces onde são inseridos os componentes eletrônicos (resistores, indutores, capacitores etc.). Já as placas de instrumentos se conectam aos instrumentos para possibilitar medição e alimentação dos circuitos montados.

A arquitetura do laboratório remoto VISIR descrita acima, pode ser observada de forma mais sucinta na Figura 2.

Figura 2. Arquitetura laboratório remoto VISIR.



Fonte: Pereira et al (2018).

3. ONTOLOGIA

De acordo com Rautenberg et al (2008), ontologias são uma forma relevante de representar, formalizar e compartilhar conhecimento. Gašević, Djuric, & Devedžic (2006), indicam o porque de utilizar ontologia, apontado que esta fornece um tipo de vocabulário sem termos com interpretações ambíguas, formatos que possam ser processados por máquinas, e uma hierarquia explícita entre os termos.

Para o desenvolvimento de ontologias, uma série de softwares podem ser utilizados, tal como OntoKem, uma ferramenta gratuita, que conforme Rautenberg, Todesco, Steil, & Gauthier (2008), tem como finalidade realizar a especificação, conceitualização, formalização e documentação de ontologias. O Protegé é outro software, gratuito e de código aberto, bastante utilizado no desenvolvimento de ontologias, que possibilita a modelagem de ontologias (Knublauch et al, 2005).

De acordo com Reis, Silva & Castro, existem diversas formas de representações formais para ontologias, sendo a *Web Ontology Language* (OWL-DL) o padrão adotado pelo *World Wide Web Consortium* (W3C). O OWL, conforme Knublauch, Ferguson, Noy, &

Musen (2009), é baseado em um modelo lógico, que possibilita que conceitos sejam definidos e também descritos, além de possuir um grande conjunto de operadores lógicos.

4. METODOLOGIA

Para construção da ontologia que será descrita neste trabalho, foi seguido um processo que é composto pelas seguintes atividades: **especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção**. A metodologia adotada para o desenvolvimento da ontologia, também se baseou na metodologia “Guia 101” proposta por Noy e McGuinness (2001), que consiste nos seguintes passos: determinar escopo, considerar reuso, enumerar termos, definir classes, definir propriedades, definir restrições e criar instâncias. Foram utilizadas as ferramentas OntoKem e Protogé para criação e documentação da ontologia.

Na etapa de **especificação** é identificado o propósito da ontologia, qual intenção de uso e quais seriam os prováveis usuários. No caso descrito, a ontologia tem como propósito descrever aspectos técnicos do laboratório remoto VISIR e atender a usuários que desempenham o papel de técnico do laboratório, que tem como função possibilitar que a prática que se deseja realizar esteja configurada no equipamento.

Já na etapa seguinte, de **conceitualização**, é feita a descrição do modelo conceitual da ontologia que será construída, sendo o modelo conceitual referente aos conceitos do domínio, relação entre os conceitos e as propriedades dos conceitos. Para construção do modelo conceitual, foi feito um mapa conceitual para identificar conceitos e relações que fariam parte da ontologia. Para isto, é necessário identificar conceitos que estão relacionados com o domínio técnico do laboratório remoto VISIR, as partes que o constituem e suas relações.

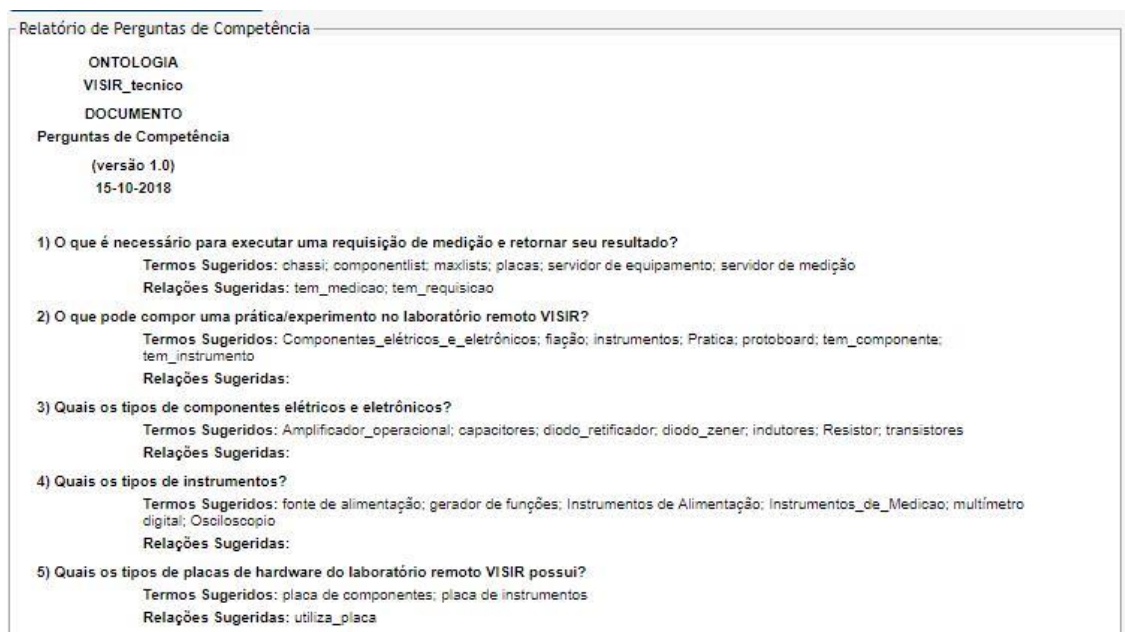
Em seguida, na etapa de **formalização** é transcrito o modelo conceitual para um modelo formal, sendo feito a organização hierárquica das relações estruturais. Nessa etapa são estruturados os conceitos, identificando conceitos que fazem parte de outro ou que compartilham características (relação de herança).

Na etapa de **implementação**, a ontologia é representada em uma linguagem de representação de conhecimento, como por exemplo OWL. E por fim, na etapa de **manutenção** é feita a atualização e correção da ontologia, conforme novos requisitos surgem.

4. DESENVOLVIMENTO DA ONTOLOGIA

Como descrito na seção anterior, primeiramente foi definido o propósito da ontologia. Em seguida foram elencados os conceitos e suas relações utilizando um mapa conceitual. Após ter identificados os conceitos e suas relações, estes foram explicitados utilizando a ferramenta OntoKem. Optou-se por essa ferramenta, em um primeiro momento, devido à facilidade de aprendizado para construir uma ontologia na mesma. No OntoKEM foram listadas as perguntas de competências referentes a ontologia, estas podem ser visualizadas na Figura 3. Em seguida, foi feito o cadastro de vocábulos (classes, propriedades de dados e relações entre classes). Por fim, foi definido as relações de hierarquia, determinada as demais relações entre classes e propriedades de dados.

Figura 3. Perguntas de competência.



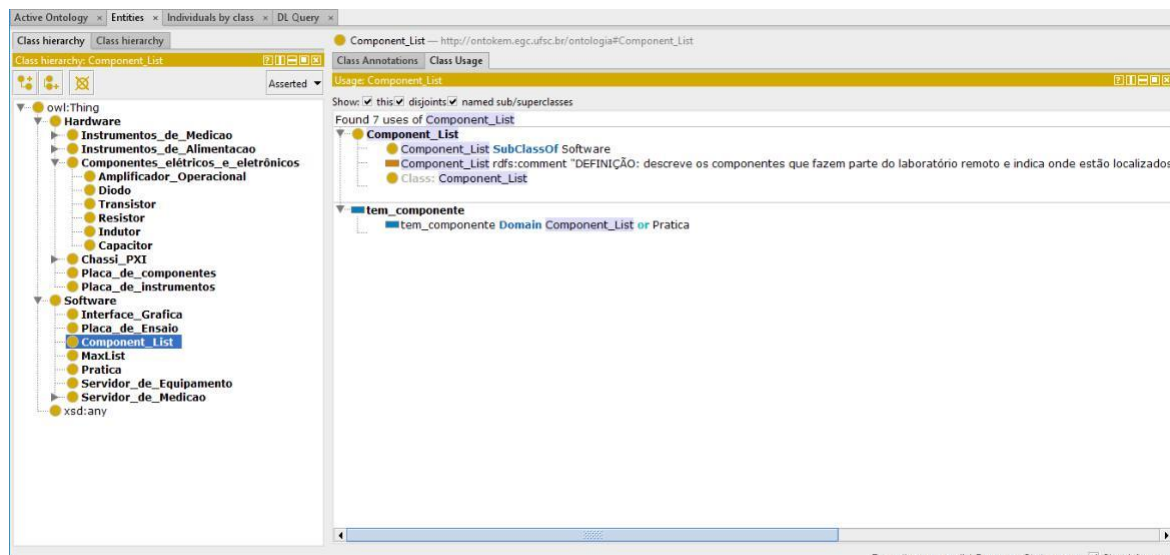
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os termos listados derivam dos conhecimentos dos autores advindos da leitura de manuais técnicos e artigos sobre o laboratório remoto VISIR, a qual a ontologia descreve

partes destes conhecimentos de modo a facilitar o trabalho técnico relacionado ao laboratório remoto.

Os conceitos/termos iniciais foram divididos em hardware e software, pois essas seriam classes raízes(mais abrangentes) dentro da ontologia. A partir dessas duas principais classes, outras foram sendo levantadas, junto a identificação das classes, também foi feito o levantamento das propriedades que faziam partes destas. As classes que compõem a ontologia, se referem aos aspectos que fazem parte do hardware (instrumentos de medição, instrumentos de alimentação, componentes elétricos, resistor, capacitor, indutor e etc) e componentes do software(servidor de medição, servidor de equipamento, *maxlist*, *componentlist* e etc). Os termos foram levantados utilizando como base as perguntas de competências e mapas mentais, que são essenciais nesse processo. As classes que fazem parte da ontologia podem ser visualizados na Figura 4. No total foram levantados 41 termos, destes, 29 são classes, 6 relações entre classes e 6 propriedades de dados.

Figura 4. Principais classes da ontologia no Protégé.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo após ter feito a construção da ontologia no OntoKEM, a mesma foi exportada na linguagem OWL, recurso fornecido pela ferramenta, que permite importar para outras ferramentas que lidam com ontologias, como por exemplo Protégé, editor de ontologias

gratuito e de código aberto, que possui mais recursos que o OntoKEM, mais complexo, porém não oferece o recurso de documentação possibilitado pelo OntoKem.

A ontologia descrita formaliza e explicita os componentes que fazem parte do laboratório remoto VISIR, promovendo o compartilhamento de conhecimentos deste domínio, principalmente em relação as características técnicas necessárias para configuração do equipamento importantes para os técnicos que irão realizar esse tipo de atividade. Outra possibilidade é criar maneiras de compartilhar experimentos (práticas no laboratório que estão relacionadas com os componentes eletrônicos instalados e suas conexões) possíveis em cada instância.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como finalidade, descrever o desenvolvimento de uma ontologia que visa representar conhecimentos técnicos do laboratório remoto VISIR. O objetivo principal é de facilitar a aquisição de conhecimentos e entendimento de como manusear o laboratório remoto VISIR. Para isso, a ontologia evidencia uma série de termos que fazem parte desse domínio, necessários para o entendimento de aspectos técnicos da ferramenta.

Uma ontologia para compartilhar conhecimentos deste domínio é interessante, visto o aumento no número de instâncias do VISIR nos últimos anos, e da necessidade de técnicos para lidar com estes equipamentos. A ontologia desenvolvida e descrita neste trabalho, representa os primeiros passos nesse sentido, mas ainda é necessário ser aprimorada para estar mais completa, levando em conta a ontologia descrita precisa passar por processos de revisão para descrever os conhecimentos mais profundamente, ou identificar se algum conceito não foi elencado.

Para futuros trabalhos, é sugerido aprimorar a ontologia descrita neste artigo, e também pensar em ontologias para descrever outros aspectos do laboratório remoto VISIR ou outras maneiras de compartilhar conhecimentos deste domínio.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao apoio da Comissão Europeia através do contrato 561735-EPP-1- 2015-1-PT-EPPKA2-CBHE-JP, no âmbito do programa Erasmus+, pelo financiamento do projeto VISIR+.

REFERÊNCIAS

- Bal, M., & Hamilton, O. H. (2014). Assessment of Remote Laboratory Practices in Engineering Technology Distance Education. *Age*, 20, 1.
- Corter, J. E., Nickerson, J. V., Esche, S. K., & Chassapis, C. (2004, October). Remote versus hands-on labs: A comparative study. In *34th Annual Frontiers in Education*, 2004. FIE 2004. (pp. F1G-17). IEEE.
- Frerich, S., Kruse, D., Petermann, M., & Kilzer, A. (2014, April). Virtual labs and remote labs: practical experience for everyone. In *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 312-314). IEEE.
- Gašević, D., Djuric, D., & Devedžić, V. (2006). Model driven architecture and ontology development. *Springer Science & Business Media*.
- Garcia-Zubia, J., López-de-Ipiña, D., & Orduña, P. (2008, July). Mobile devices and remote labs in engineering education. In *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 620-622). IEEE.
- Gustavsson, I., Nilsson, K., Zackrisson, J., Alves, G. R., Fidalgo, A. V., Claesson, L., ... & Loro, F. G. (2016, February). *Lab sessions in VISIR laboratories*. In *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)* (pp. 350-352). IEEE.
- Gustavsson, I., Nilsson, K., Zackrisson, J., Garcia-Zubia, J., Hernandez-Jayo, U., Nafalski, A., ... & Lago, T. (2009). On objectives of instructional laboratories, individual assessment, and use of collaborative remote laboratories. *IEEE Transactions on learning technologies*, 2(4), 263-274.
- Knublauch, H., Ferguson, R. W., Noy, N. F., & Musen, M. A. (2004, November). The Protégé OWL plugin: An open development environment for semantic web applications. In *International Semantic Web Conference* (pp. 229-243). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Knublauch, H., Horridge, M., Musen, M. A., Rector, A. L., Stevens, R., Drummond, N., ... & Wang, H. (2005, November). The Protege OWL Experience. In *OWLED*.

- Jara, C. A., Candelas, F. A., Puente, S. T., & Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, 57(4), 2451-2461.
- Lima, J. F. (2013) Arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line. xvii, 165 f., il. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)—Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*.
- Pereira, J., Simão, J. P. S., Silva, I. N., Alves, J. B. M., Silva, J. B., & Alves, G. R. (2018). Implantação e Utilização do Laboratório Remoto VISIR em Instituições de Ensino Técnico, Tecnológico e Superior. *Revista Tecnologias na Educação*, 1-10.
- Odeh, S., Alves, J., Alves, G. R., Gustavsson, I., Anabtawi, M., Arafeh, L., ... & Arekat, M. R. (2015). A two-stage assessment of the remote engineering lab VISIR at Al-Quds University in Palestine. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 10(3), 175-185.
- Rautenberg, S., Todesco, J. L., Steil, A. V., & Gauthier, F. A. (2008). Uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 10(2), 237-262.
- Reis, J. S., Silva, P. A., & Castro, A. F. (2019). Ontologia para Configuração Semi-Automática de Redes de Valor. *iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, 12(1).
- Roque, G. R. Compartilhamento de conhecimento interorganizacional: um estudo de caso das práticas e iniciativas no âmbito do projeto VISIR+. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação)—*Universidade Federal de Santa Catarina*, Araranguá, 2017.
- Studer, Rudi et al. *Knowledge engineering: principles and methods*. *Data and knowledge engineering*, v. 25, n. 1, p. 161-198, 1998.
- Tawfik, M., Sancristobal, E., Martin, S., Gil, R., Diaz, G., Colmenar, A., ... & Hakansson, L. (2012). Virtual instrument systems in reality (VISIR) for remote wiring and measurement of electronic circuits on breadboard. *IEEE Transactions on learning technologies*, 6(1), 60-72.