CENTRO UNIVERSITÁRIO CARIOCA

MESTRADO PROFISSIONAL NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

UTILIZAÇÃO DE PLACA DE PROTOTIPAÇÃO ELETRÔNICA PARA O ENSINO TECNOLÓGICO DE ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES.

Rodrigo José Penha Martins

Rio de Janeiro, RJ

Julho – 2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO CARIOCA
MESTRADO PROFISSIONAL NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

UTILIZAÇÃO DE PLACA DE PROTOTIPAÇÃO ELETRÔNICA PARA O ENSINO TECNOLÓGICO DE ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES.

Rodrigo José Penha Martins

Dissertação de Mestrado apresentado à coordenação do Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação da UniCarioca da linha de pesquisa Desenvolvimento, Estratégias de Uso e Avaliação de Tecnologias Digitais na Educação Formal.

Orientador: Antônio Carlos de Abreu Mol
Coorientadora: Ana Paula Legey de Siqueira

Rio de Janeiro, RJ
Julho – 2020

M46u Martins, Rodrigo José Penha
Utilização de placa de prototipação eletrônica para o ensino tecnológico de arquitetura e organização de computadores / Rodrigo José Penha Martins. – Rio de Janeiro, 2020.
98 f.

Orientadores: Antônio Carlos de Abreu Mól e Ana Paula Legey de Siqueira
Dissertação (Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação) - Centro Universitário Carioca, Rio de Janeiro, 2020.

1.Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). 2. Metodologias ativas. 3. Prototipação eletrônica. 4.Ensino superior. 6. Sequência didática. I. Mol, Antônio Calos de Abreu, prof. orient. II. Siqueira, Ana Paula Legey de, prof. orient. III. Título.

CDD 371.344

Rodrigo José Penha Martins

UTILIZAÇÃO DE PLACA DE PROTOTIPAÇÃO ELETRÔNICA PARA O ENSINO TECNOLÓGICO DE ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Novas Tecnologias Digitais na Educação do Centro Universitário UniCarioca como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Novas Tecnologias Digitais na Educação.

O Presidente da Banca abaixo assinado atesta que os membros da banca participaram de forma remota desta defesa de dissertação.

Examinado por:

Antônio Carlos de Abreu Mól, D. Sc. - UniCarioca
Orientador

André Cotelli do Espírito Santo, M. Sc. - UniCarioca
Membro Interno

Paulo Cesar Salgado Vidal, D. Sc. - IME
Membro Externo

Gracélia Nascimento Pereira Lopes, M. Sc. - SENAC
Membro Externo

Rio de Janeiro
2020

Rodrigo José Penha Martins

UTILIZAÇÃO DE PLACA DE PROTOTIPAÇÃO ELETRÔNICA PARA O ENSINO TECNOLÓGICO DE ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES.

Dissertação de Mestrado apresentado à coordenação do Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação da UniCarioca da linha de pesquisa Desenvolvimento, Estratégias de Uso e Avaliação de Tecnologias Digitais na Educação Formal.

Examinada por:

Antônio Carlos de Abreu Mól, D. Sc. - UniCarioca
Orientador

André Cotelli do Espírito Santo, M. Sc. - UniCarioca
Membro Interno

Paulo Cesar Salgado Vidal, D. Sc. - IME
Membro externo

Gracélia Nascimento Pereira Lopes, M. Sc.– SENAC
Membro externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a minha querida, amada e inteligente esposa, amiga e companheira, que me ajudou muito nesta jornada e sem ela, seria muito mais difícil de completa-la, Danielle de Almeida Moreira Candelária Martins; aos meus dois filhos – Marco Antônio Candelária Martins e Alice Candelária Martins, que com imensa paciência, permitiram e entenderam as enormes horas de dedicação ao estudo, sempre dando forças e sorrindo quando eu mais precisava. Por fim a meus pais que sempre me incentivaram em todas as investidas, com carinho e palavras de força.

Lista de Abreviaturas

AC - Alternating Current
ANSI - American National Standards Institute
BUS - Barramento Universal Serial
CA - Corrente alternada
CI - Circuito Integrado
CISC - Complex Instruction Set Computer
CPU - Central Única de Processamento
DC - Direct Current
EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
HTML - HyperText Markup Language
HTTP - Hypertext Transfer Protocol
I/O - Input/Output
IDE - Integrated Development Environment
IOT - Internet of Things
IP - Internet Protocol
LAN - Local Area Network
LED - Light Emitter Diode
MCU - Micro Controler Unit
PAN - Personal Area Network
PC - Personal Computer
RAM - Randon Access Memory
RGB - Red, Green, Blue
ROM - Read Only Memory
RISC - Reduced Instruction Set Computer
SD – Sequência Didática
SRAM - Static Ramdon Access Memory
TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
ULA - Unidade Lógica Aritmética
USB - Universal Serial Bus
WAN - Wide Area Network
WATTS - Unidade de Potência no Sistema Internacional de Unidades
WI-FI - WIRELESS FIDELITY

Lista de Figuras

FIGURA 1 – AULA TRADICIONAL DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES....13
FIGURA 2– PARTE DE UM DIAGRAMA DE UM MICROPROCESSADOR MIPS (ARQUITETURA DE COMPUTADORES) 14
FIGURA 3 – A FIGURA MOSTRA UMA PLACA ARDUINO MODELO UNO 22
FIGURA 4 – OS PROTÓTIPOS A SEREM DESENVOLVIDOS PELOS ESTUDANTES. 32
FIGURA 5 - A FIGURA MOSTRA A TABELA 1 QUE DESCREVE A SD 34
FIGURA 6 - A FIGURA MOSTRA A TABELA 2 QUE DESCREVE O FORMULÁRIO DA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES. 34
FIGURA 7 - A FIGURA EXIBE PARTE DA AVALIAÇÃO APLICADA NA DISCIPLINA ARQUITETURA DE COMPUTADORES....35
FIGURA 8 - A FIGURA DIFICULDADE NO COMPREENDIMENTO TEÓRICO DOS ESTUDANTES. 38
FIGURA 9 – A FIGURA MOSTRA O GRAU DE COMPROMETIMENTO E INTERESSE DOS ESTUDANTES PELA ATIVIDADE 40
FIGURA 10 - A FIGURA MOSTRA O DESENVOLVIMENTO E ANOTAÇÕES EM UMA ATIVIDADE DA SD COM ARDUINO....40
FIGURA 11 - A FIGURA DESCREVE UM DOS AMBIENTES APROPRIADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SD 58
FIGURA 12 -. LABORATÓRIO UTILIZADO PARA PRATICA DA SD....59
FIGURA 13 - A FIGURA. MONTAGEM DE UM DOS AMBIENTES PARA A ATIVIDADE DE SD. 60

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1 - NOTAS DOS ESTUDANTES POR SEMESTRE NA DISCIPLINA ARQUITETURA DE COMPUTADORES.....37
GRÁFICO 2 - NOTAS DOS ESTUDANTES POR SEMESTRE NA DISCIPLINA ARQUITETURA DE COMPUTADORES, POSTERIOR A APLICAÇÃO DA SD 42

Lista de Tabelas

TABELA 1 - PLANO DE CURSO INSTITUCIONAL 28
TABELA 2– DESCREVE OS COMPONENTES, QUANTIDADES E VALORES DO KIT CRIADO PARA AS ATIVIDADES DE SD (PRESENTE NO APÊNDICE). 31
TABELA 3 – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES. 36
TABELA 4 - RESPOSTAS DOS PROFESSORES À PERGUNTA: “CONSEGUIU CORRELACIONAR AS ETAPAS DA SD AOS CONTEÚDOS PROPOSTOS NA MESMA, QUE FAZEM PARTE DA DISCIPLINA ARQUITETURA DE COMPUTADORES? ”. 44
TABELA 5 - RESPOSTAS DOS PROFESSORES À PERGUNTA: “ACREDITA QUE A SD POSSA SER CAPAZ DE MOTIVAR OS ESTUDANTES, MELHORANDO A RECEPTIVIDADE DOS CONTEÚDOS? ”. 44
TABELA 6 - RESPOSTAS DOS PROFESSORES À PERGUNTA: “ACREDITA QUE A SD SEJA CAPAZ DE APRESENTAR OS CONTEÚDOS DE UM MODO A MINIMIZAR AS DIFICULDADES NOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS DA DISCIPLINA ARQUITETURA DE COMPUTADORES? ”. 45
TABELA 7 - RESPOSTAS DOS PROFESSORES À PERGUNTA: “ VOCÊ TERIA DIFICULDADE DE IMPLEMENTAR ESTA *SD* NA UNIVERSIDADE NA QUAL ATUA? ”. 46
TABELA 8 - RESPOSTAS DOS PROFESSORES À PERGUNTA: “VOCÊ UTILIZARIA ESTA SD PARA MINISTRAR AS AULAS DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES NA QUAL OS CONTEÚDOS SÃO ABORDADOS PELA MESMA?” 46
TABELA 9 - RESPOSTAS DOS ESTUDANTES À PERGUNTA: “ TEM ENCONTRADO DIFICULDADE NAS DISCIPLINAS TEÓRICAS, SEM LABORATÓRIO? ” 47
TABELA 10 - RESPOSTAS DOS ESTUDANTES À PERGUNTA: “GOSTARIA DE TER MAIS AULAS DE DISCIPLINAS TEÓRICAS ASSOCIADAS A FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS COMO O ARDUINO? “ ... 48
TABELA 11 - DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA. 64
TABELA 12 – QUESTIONÁRIO PARA OS ESTUDANTES 67
TABELA 13 – AVALIAÇÕES FORMAIS – 1 E 2 69
TABELA 14 – QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES 72

RESUMO

Atuando com docência, nos cursos Superiores de Tecnologia da Informação (TI), há mais de vinte anos, o autor observou a necessidade de melhoria nas bases conceituais e melhor estímulo aos estudantes, uma vez que muitos se mantinham com baixo rendimento e desmotivação. Isso se deve a abstração de muitas disciplinas da graduação, que ainda dependem diretamente de conceitos de base, parte das Ciências Exatas desenvolvidos na Educação Básica, como os conhecimentos matemáticos e lógicos para seu desenvolvimento. Diante deste problema, a presente pesquisa apresenta uma Sequência Didática (SD) que utiliza uma ferramenta digital conhecida como Arduíno, que possui uma estrutura que permite a comparação em vários aspectos com um Computador, atendendo às necessidades específicas da disciplina de forma prática, buscando motivar e desenvolver um ambiente desafiador, que vem sendo utilizado com sucesso por vários autores. A Sequência Didática trata alguns dos conteúdos da Disciplina Arquitetura e Organização de Computadores, onde foi criado um Kit de componentes, e uma série de etapas que permitem experimentar na prática parte destes conceitos. O experimento foi aplicado e se mostrou positivo, motivando e engajando os estudantes, facilitando o aprendizado e resultando em um melhor aproveitamento intelectual e conceitual. Foi criado um questionário de pesquisa voltado aos professores de Informática, com o objetivo de validar a SD e aferir adequações. Obteve-se uma validação positiva, podendo ser aplicada em diversos outros cursos de TI, com boa margem para ajustes. Conclui-se, portanto, que a combinação de uma SD com o Kit Arduíno se apresentou como uma ferramenta motivadora e funcional, capaz de resgatar o interesse dos estudantes, com possível melhora em seus resultados acadêmicos.

ABSTRACT

Theaching, in the Higher Information Technology (IT) courses, for over twenty years, the author noted the need for improvement in the conceptual bases and better encouragement for students, since many remained with low performance and desmotivation. This is due to the abstraction of many disciplines of Graduation, which still depend directly on basic concepts, part of the Exact Sciences developed in Basic Education, such as mathematical and logical knowledge for their development. In view of this problem, the present research presents a Didactic Sequence (DS) that uses a digital tool known as Arduino, which has a structure that allows the comparison in several aspects with a Computer, meeting the specific needs of the discipline in a practical way, seeking to motivate and to develop a challenging environment, which has been used successfully by several authors. The Didactic Sequence deals with some of the contents of the Discipline Architecture and Organization of Computers, where a Kit of components was created, and a series of steps that allow to experience in practice part of these concepts. The experiment was applied and proved to be positive, motivating and engaging students, facilitating learning and resulting in better intellectual and conceptual use. A research questionnaire was created for IT teachers, with the aim of validating DS and assessing adjustments. A positive validation was obtained, which can be applied in several other IT courses, with a good margin for adjustments. It is concluded, therefore, that the combination of an DS with the Arduino Kit presented itself as a motivating and functional tool, able to rescue the students' interest, with possible improvement in their academic results.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 Inquietação 12
1.2 Caracterização do problema 14
1.3 Tecnologia na Educação 18
1.4 Objetivo Geral 20
1.5 Objetivos Específicos 20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 21
2.1 O Arduíno 21
2.2 Metodologias ativas de ensino e de aprendizagem 23
2.3 Sequência Didática 26
3 MÉTODO 28
3.1 Descrição das *SD* 33
3.2 Descrição do Formulário de avaliação das percepções dos estudantes 34
3.3 Descrição da avaliação formal aplicada aos estudantes 34
3.4 Descrição do Formulário de avaliação das percepções dos professores 36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 37
5 CONCLUSÃO 49
BIBLIOGRAFIA 51
APÊNDICES 57
APÊNDICE A - Ambiente desenvolvimento da atividade 58
APÊNDICE B - Custo para implementação do laboratório Arduíno 61
APÊNDICE C - Imagem do *Kit* Arduíno criado para aplicação da *SD* 63
APÊNDICE D - Roteiros da *SD* 75
ANEXOS 96
ANEXO A - Arquitetura de Computadores 97

1 INTRODUÇÃO

1.1 Inquietação

Como profissional da educação nos últimos 23 anos, eu pude relatar, com propriedade em diversas observações em diferentes instituições na qual trabalhei e trabalho, que há, em vários setores de Ensino, muitos profissionais defasados, às vezes desestimulados devido à baixa remuneração e valorização, além da existência de currículos desconectados da realidade do mercado ou mesmo do contexto social, elevados índices de reprovação desde a Educação Básica a Superior, e falta de estímulo dos estudantes, por não relacionar os termos estudados com sua realidade e necessidade ou seja o aprendizado não é significativo para eles.

Percebo que utilizando desafios e os conteúdos com exemplos próximos à realidade faz com que o interesse do estudante mude, melhorando sua participação e desenvolvimento na disciplina.

Logo, vejo que utilizar metodologias ativas onde o protagonista passa a ser o aluno e trazer ferramentas que o permitam ingressar no ambiente estudado faz toda a diferença no seu processo de aprendizado.

Posso utilizar como exemplo a Arquitetura de Computadores e mencionar como é fundamental para que os estudantes compreendam o funcionamento do computador. A Arquitetura de Computadores é uma disciplina fundamental que normalmente é aplicada no primeiro ou segundo período das faculdades de TI. A importância da disciplina é igualmente proporcional a sua complexibilidade e necessidade de abstração para o entendimento. Pode ser observado na Figura 1 um exemplo de aula expositiva onde apenas o quadro é utilizado.

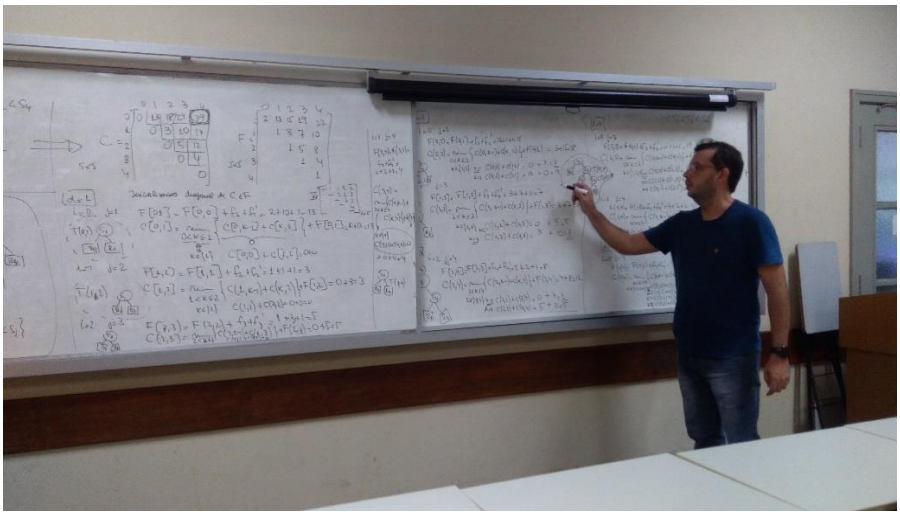


Figura 1 – Aula tradicional de Arquitetura de Computadores
Fonte: o autor

A meu ver, essa primeira abordagem apresenta dois problemas:

- A falta de uma comunicação adequada entre os professores desta disciplina – Arquitetura de Computadores - com aquelas que seriam pré-requisito para o desenvolvimento desses conteúdos; a fim de estabelecer uma sincronia no desenvolvimento dos mesmos, facilitando os processos de aprendizagem;
- E a limitação dos modelos pedagógicos utilizados, em especial daqueles que fazem uso de ferramentas adequadas para a apresentação dos diferentes conteúdos, o que poderia atuar sobre a baixa motivação dos estudantes, dando mais significado à aprendizagem.

Os símbolos abaixo, na Figura 2, descrevem a abstração necessária para compreensão da disciplina. Apresenta conexões e diferentes componentes com funções específicas que precisam ser compreendidos pelos estudantes.

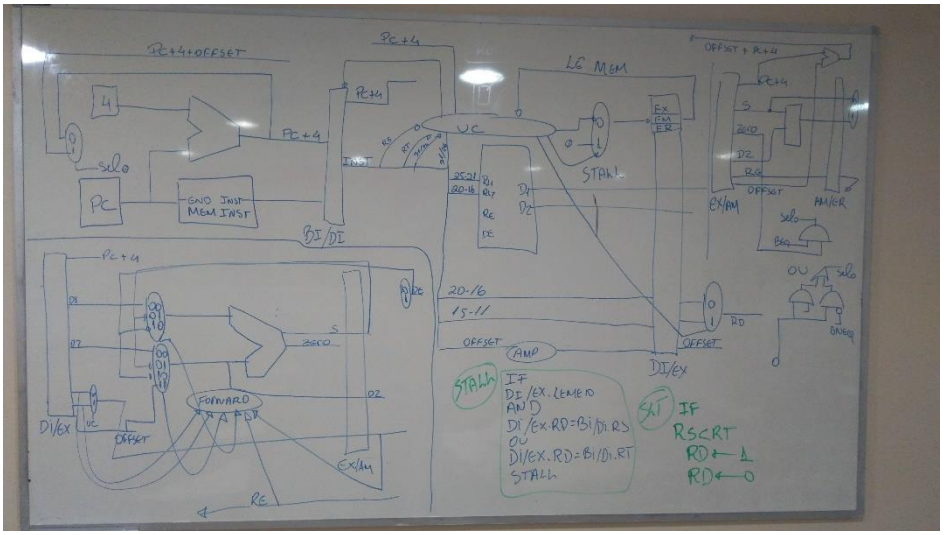


Figura 2– Parte de um diagrama de um microprocessador MIPS (Arquitetura de Computadores)
Fonte: o autor

Destaco com isso, que é necessário um grande esforço, conhecimento pré-existente e potencial de abstração para compreender, em uma aula expositiva, os conceitos trabalhados pela disciplina. Levando em consideração que, nos dias atuais, podemos utilizar diferentes recursos que atuariam como facilitadores para trazer esta abstração para um modelo mais prático. Como os variados tipos de TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação), realizei uma busca em Artigos de diferentes pesquisadores, afim de identificar qual ou quais ferramenta seriam mais adequadas para atender as necessidades apontadas.

1.2 Caracterização do problema

Na disciplina Arquitetura de Computadores, na qual o presente autor trabalha diretamente como professor, uma enorme quantidade de estudantes evade da Faculdade de Tecnologia, são reprovados ou se sustentam com notas baixas, segundo Santana et al. (1996 apud MORAES; THEÓPHILO, 2008, p. 4), “a escola é responsável pelo processo de educação formal, contudo não motiva os alunos e não atrai professores com melhores qualificações, oferecendo, assim, uma aprendizagem deficitária. ” Outros fatores que impactam em especial na disciplina citada são as dificuldades de ensino, que comumente trabalham com a compreensão dos conteúdos bastante abstratos. Segundo Soares (n.d) a Arquitetura de Computadores é extremamente complexa de se ensinar e de se

compreender ao utilizar os métodos tradicionais de ensino provocando baixo rendimento por parte dos estudantes.

De modo geral, Professores de Educação Superior também estão vivenciando situações, em seus ambientes de aprendizagem, em que percebem que seus alunos trazem lacunas sérias em competências e habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas na Educação Básica e seriam pré-requisitos para os cursos que lecionam. O estudante da graduação em principalmente de área tecnológica, apresenta dificuldade na visualização das estruturas computacionais em aplicações lógicas, como desenvolver circuitos lógicos e direcionar uma aplicabilidade para eles, já que tal desenvolvimento cognitivo não fora construído, ou não de forma adequada. Assim, reforça-se a utilização de *TDICs* para desenvolver tais competências e habilidades, de modo a este estudante poder "compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica significativa e ética"; fato ressaltado na ressente reforma do currículo da educação básica, como indispensável aos processos de formação de um indivíduo do século XXI (BNCC 2017 – competência geral número 5).

A qualidade na educação é direito de todo brasileiro de acordo com a Constituição vigente: *"Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho". (BRASIL, 2017)"*. Na realidade sabemos que a nossa educação ainda não possui qualidade esperada, o problema não é simples e discutiremos alguns desses problemas ao longo deste trabalho. Mas ao analisar o cenário atual, é realmente isso que está acontecendo com nossas instituições educacionais? Essa é nossa educação?

Segundo Moran (2013 P.16), existe uma resistência em provocar uma mudança na educação brasileira: Estamos distantes de uma educação de qualidade quando privilegiamos o lucro às mudanças.

A escola tem um papel de extrema importância na sociedade, como também no desenvolvimento de um país, infelizmente é notório a dificuldade dos nossos alunos em compreender assuntos básicos por deficiências cognitivas que se acumulam durante toda a sua vida escolar. Muitos saem da Educação Básica com dificuldades na interpretação de textos e no raciocínio lógico, fazendo com que as aulas de Matemática e suas tecnologias, bem como Ciências e suas Tecnologias tenham uma grande quantidade de notas baixas, reprovação, indisciplina, dentre tantos outros problemas presentes na

escola brasileira; disciplinas essas que são essenciais aos cursos de tecnologia, para disciplinas como Arquitetura em Computadores destacada neste trabalho.

Ainda de acordo com Moran (2013), uma pesquisa realizada no Instituto de Cidadania em 2014 para 3.501 brasileiros de 15 a 24 anos de seis estados diferentes para 198 municípios mostrou que 23% dos alunos nunca leram um livro e que 52 % nunca estiveram em biblioteca fora da escola, fato alarmante, que mostra que nossos alunos não costumam ter o hábito de estudar fora da escola, desenvolvendo-se ao longo de sua escolaridade como indivíduos com grande dificuldade em aprendizagem e com desinteresse pela escola, fatos que muitas das vezes foram "mascarados" pela escola o que gera uma série de dificuldades na diversas área da educação.

> **"A educação tem de surpreender, cativar, conquistar os estudantes a todo momento. A educação precisa encantar, entusiasmar, seduzir, apontar possibilidades e realizar novos conhecimentos e práticas. O conhecimento se constrói com bases em constantes desafios, atividade significativas que excitem a curiosidade, a imaginação e a criatividade"**. (Moran, 2013 p.13)

O governo já considera há alguns anos a necessidade de uma movimentação no sentido de melhorara na capacidade dos professores em se apropriar de novas ferramentas, em especial as *TDICs*, buscando solucionar a defasagem da qualidade de ensino, a melhora nas práticas pedagógicas universais, consequentemente o atendimento aos estudantes do século XXI.

Portanto, o cenário Brasileiro vivencia um forte movimento de mudança tecnológica no que trata a utilização de ferramentas digitais na educação para aproximação da teoria com a prática, motivação, geração de conteúdo, entre outras competências. As *TDICs* oferecem uma grande variedade de possibilidades para a educação.

Segundo Studart (2016), novos tempos necessitam de novos professores para a educação, utilizando ferramentas de tecnologia, que sejam inovadoras em suas propostas, e que permitam atingir marcos educacionais. Isso é necessário e gratificante para mudar o paradigma tradicional das salas de aula.

Do ponto de vista do estudante, permeados por um mundo cada vez mais digital, destaca-se Vygotsky, que descreve o desenvolvimento cognitivo como algo que acontece pela internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura. Em seus estudos ele cita que nascemos apenas dotados de funções psicológicas

elementares, como por exemplo os reflexos e a atenção involuntária, presentes em todos os animais. Com o aprendizado cultural, a interação social e mediação, parte dessas funções básicas transforma-se em funções psicológicas superiores, como a consciência, o planejamento e a deliberação, características exclusivas do ser humano. Para ele a linguagem torna-se um elemento essencial para a organização do pensamento, pois é por ela que comunicamos o conhecimento. Então a apropriação da linguagem digital pelos professores, para traçar estratégias de ensino e aprendizagem, estaria atendendo diretamente às demandas necessárias aos diferentes processos de aprendizagem dos estudantes.

Quanto à abordagem do estudante frente a seus processos, destaca-se *Ausubel* que relata o conhecimento de si mesmo, no caso do estudante, como um ponto crucial na construção de uma metodologia a ser implementada. O idealizador do conceito de aprendizagem significativa, a todo momento, prevê a necessidade de o aprendiz se colocar como sujeito ativo e não passivo em seu processo de aprendizagem, então uma sala de aula expositiva, como colocado anteriormente, não atenderia a esta demanda de construção do conhecimento; ela só vai ocorrer quando o aprendiz for capaz de receber novas informações e racionalizar, de forma a construir uma interação com o que já se sabe ou tem intimidade, mundo tecnológico ou mesmo as demandas do mercado, com o que ele acabou de conhecer, conceitos específicos da disciplina trabalhada.

Como algo que reafirma tudo isso, pode ser citado o trabalho de Moran - "*Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*" (v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015), que cita a educação formal diante de um impasse de tantas mudanças na sociedade: como evoluir para tornar-se relevante e conseguir que todos aprendam de forma competente a conhecer, a construir seus projetos de vida e a conviver com os demais. Os processos de organizar o currículo, as metodologias, os tempos e os espaços precisam ser revistos. Novos métodos precisam ser utilizados.

O trabalho de De Oliveira " *TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. Pedagogia em Ação*" (v. 7, n. 1, 2015.), aponta que a sociedade passa por momentos de transformações. Estas mudanças ocorrem devido às novas tecnologias de informação e comunicação, que aos poucos, vão se interligando a atividade educativa, trabalhar em grupo de forma construtiva é essencial. O trabalho cita também a importância da Tecnologia da Informação e

Comunicação (TICs) na aprendizagem do aluno e mostra como ela é necessária para conectar os grupos e desenvolver competências.

Portanto o problema identificado relaciona-se à necessidade de gerar ações pedagógicas com uso de TDIC's que permitam ao estudante ter curiosidade e interesse no aprendizado dos conteúdos de Arquitetura de Computadores, desenvolvendo habilidades e competências significativas.

1.3 Tecnologia na Educação

Os recursos tecnológicos oferecidos pela placa Arduino seriam uma ferramenta capaz de desenvolver competências e habilidades necessárias à disciplina Arquitetura de computadores?

O artigo *Alves, et al., 2012 "* a robótica na educação facilita o desenvolvimento do raciocínio lógico, criação de hipóteses, relações interpessoais, integração de conceitos aprendidos nas diversas áreas de conhecimento e facilidade no desenvolvimento de projetos". A ideia é explorar a eletrônica de baixo custo como o Arduino para fixar o aprendizado, motivando os estudantes na solução de problemas.

Para *Schons* et al. (2004), a robótica pedagógica *"constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno".*

No trabalho, *"Utilizando a placa Arduino como ferramenta de apoio ao ensino de programação RS de Macedo, SS Prietch - Revista de Exatas e Tecnológicas, 2013"*, aponta-se o alto índice de reprovação em disciplinas de nível superior. O trabalho de *Prietch e Pazeto* (2010) descreve a existência de altos índices de reprovação em diversas universidades com disciplinas relacionadas à tecnologia e que existe a possibilidade de melhora neste cenário, quando o educador faz uso de metodologias de ensino que incluem como ferramenta pedagógica o Arduino, obtendo bons resultados em motivação e rendimento. "*O Arduino é uma plataforma de hardware open source, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos, a qual permite a interação com o usuário" (Souza et al., 2011).*

A utilização de estruturas microprocessadas como o Arduino se encaixa no cenário, permitindo uma aplicação prática para os conhecimentos teóricos. Com ele é

possível vivenciar na prática conceitos como barramentos, memórias e processamento, que antes só eram vistos de forma teórica, tornando-se itens abstratos e desinteressantes.

Na pesquisa, *"Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino Moreira, Michele Paulino Carneiro, et al. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 35.3 (2018): 721-745",* há descrição de metodologias ativas e sequencias educacionais para o ensino de Física, utilizando como ferramenta motivadora do processo, a placa Arduino.

Em Pereira; Moreira (2017 p.48) é citado o laboratório como um espaço importante onde ocorrem as trocas de experiências e o professor deve utilizar atividades que desenvolvam a criatividade do estudante. Deve fornecer desafios e afastar a produção de verdades absolutas e inquestionáveis.

O trabalho *"Uma Abordagem Integrada de Hardware e Software para o Ensino de Organização e Arquitetura de Computadores, Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). Vol. 29. No. 1. 2018. Mendes, Cicero Samuel Rodrigues, et al.",* trata uma nova abordagem para ensino de Organização de Computadores, fazendo uso de prototipação em plataforma aberta, para apoiar a aprendizagem de conteúdos da disciplina. "*Para estimular o contato com o hardware real, a integração com a plataforma Arduino permite que os estudantes possam desenvolver dispositivos eletrônicos, de forma simplificada" (Egea; Rosa; Rodriguez, 2017*).

A pesquisa *"Estudo do processo de criatividade no uso da Robótica Educacional" de Pazinato et al. Publicado na Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, 2016, 2.2: 13-23,* trata a utilização de robótica educacional para a melhoria do ensino utilizando uma metodologia para resolução de problemas e com base na reflexão da teoria sociointeracionista de *Lev Vygotsky* em um projeto envolvendo problemas do mundo atual e utilizando a ferramenta de robótica para criar soluções. Este utiliza kits e faz com que os estudantes montem grupos e desenvolvam soluções para os problemas propostos, desenvolvendo assim várias áreas relacionadas ao aprendizado e trocas de experiência. O trabalho foi implementado e testado na Faculdade IMED em Passo Fundo – RS, obtendo uma melhora considerável nos índices de aprovação da instituição.

Já no Artigo, *"O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas de Júnior, Fabri, et al. 2014",* apresenta o desenvolvimento de um kit de baixo custo para desenvolvimento de atividades nas

disciplinas de engenharias e computação. O experimento foi aplicado em escolas de ensino médio, utilizando a placa Arduino UNO. Para a programação foi trabalhado um ambiente em blocos, similar ao *Scratch*, que permitiu também desenvolver atividades nas disciplinas de matemática, física, programação e robótica básica. Como resultado o autor descreve um aumento no interesse das disciplinas relacionadas a esses eixos tecnológicos, assim como uma melhora no desempenho dos estudantes, resultando em melhores notas e aproveitamento em todas as disciplinas na qual o trabalho foi aplicado.

1.4 Objetivo Geral

Propor uma metodologia para promover a aprendizagem de forma mais significativa, unindo teoria e prática, da Disciplina Arquitetura de Computadores, por meio de *TDICs*, em especial a placa Arduino.

1.5 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral definido e estar buscando solucionar o problema delimitado pela pesquisa, definiu-se um conjunto de ações a se desenvolverem em ordem cronológica, como se observa a seguir:

a) Definir os tópicos do plano de aula da disciplina de Arquitetura;
b) Definir os experimentos com a Placa Arduíno para trabalhar os conceitos da disciplina de Arquitetura de Computadores;
c) Construir uma sequência didática que promova ações práticas com a utilização do Arduíno como ferramenta motivadora;
d) Criar kits para atender a *SD* construída.
e) Definir a estrutura para aplicar a *SD* com os *Kits*.
f) Avaliar a *SD* pelo público-alvo e por professores.
g) Analisar os resultados comparando as notas obtidas em períodos e grupos que não utilizavam a ferramenta com os que utilizaram.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Arduíno

Segundo Angnes, D. L.(2003), "*Microcontroladores são conhecidos como computadores embutidos em circuitos integrado. Em um microcontrolador pode ser encontrado memória, CPU, entradas e saídas; outros ainda possuem periféricos como conversores A/D e D/A, comparadores*.".

O projeto Arduino, nascido na Itália em 2005, constitui uma plataforma de hardware e de software, com o objetivo de possibilitar que pessoas, não especialistas em programação e/ou em eletrônica, possam desenvolver aplicações de objetos e ambientes interativos. Para isso, a proposta do projeto visa tanto a criação de um hardware fácil de manusear e com os recursos necessários para trabalhar com os "mundos" digital e analógico, quanto um software de desenvolvimento acessível para a programação dos projetos interativos.

Uma vez programado, o Arduino controla uma gama de componentes eletrônicos como *LEDs*, motores e *displays*, com base nas instruções recebidas através de sensores e programações.

O Arduino é apresentado como uma placa de microcontrolador. Possui 14 entradas e saídas digitais, 6 entradas analógicas, uma conexão *USB*, um conector de alimentação, e um botão de reset. Com base nesta estrutura é possível desenvolver um paralelo entre Arquitetura de Computadores e o microcontrolador Arduino.

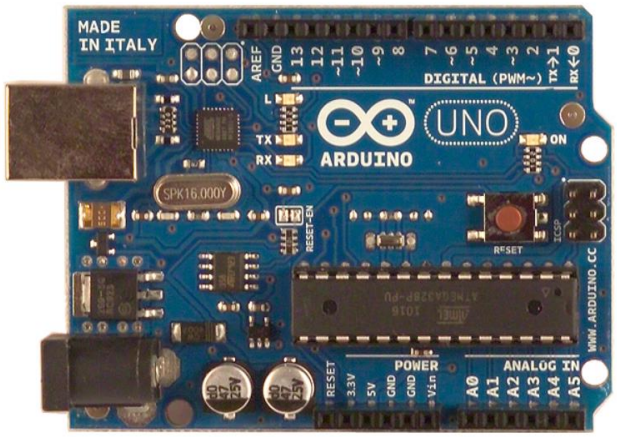


Figura 3 – A figura mostra uma placa Arduino modelo UNO
Fonte: o autor

O projeto Arduino também envolve um ambiente de desenvolvimento integrado ao hardware (*IDE – Integrated Developement Environment*) para geração dos programas (denominados de *sketches*) que serão enviados para a placa eletrônica. A linguagem de programação do Arduino pode rodar nas plataformas *Windows* e *Linux* facilitando bastante sua utilização. Portanto, o Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. É o que chamamos de plataforma computacional embarcada, pois o sistema de hardware e software atuam em um mesmo dispositivo, ou seja, estão integrados, ou embarcados sendo um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

Pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou pode ser conectado a um computador, a uma rede, ou até mesmo à Internet para recuperar e enviar dados. É um dispositivo muito utilizado em *IOT (Internet das Coisas)*, onde várias plataformas se comunicam e interagem suas informações. Em outras palavras, ele pode enviar um conjunto de dados recebidos de alguns sensores para um site.

Atualmente, existe uma grande variedade de kits comerciais de Robótica educacionais, contudo, a dificuldade de aquisição e altos valores dificultam sua utilização no mercado nacional. Assim, o uso do Arduino é uma alternativa bastante viável por ser *Open Source*, (ter seu código Livre) por apresentar uma grande diversidade de placas e componentes, que podem ser incorporados a ele transformando em uma plataforma com muitas possibilidades.

O Arduino foi desenvolvido para fácil utilização. Seu hardware se caracteriza por ser bastante simples, para que o uso de portas digitais ou analógicas, como também

alimentação (tensão elétrica) e conexões fossem feitas de maneira rápida e prática. A conexão com outros dispositivos eletrônicos é fácil e permite adaptação com diversos componentes eletrônicos de mercado. Para utilizá-lo, basta dizer para ele o que fazer como em qualquer computador; para isso deve-se utilizar a linguagem de programação, de fácil acesso através de manuais e vídeos distribuídos gratuitamente na Internet.

É importante observar que o Arduino foi a marca de placa micro controladora escolhida para a utilização neste projeto, porém existem diversas placas eletrônicas com funções equivalentes disponíveis no mercado. A escolha do Arduino pelo autor se baseou em sua facilidade de acesso a este modelo de circuito, e seu conceituado nome no meio acadêmico.

O capítulo seguinte ajuda a entender a escolha da ferramenta e em qual geração tecnológica ela se encontra.

2.2 Metodologias ativas de ensino e de aprendizagem

E possível constatar que o estudante do Ensino Superior é diferente em sua preferência pelo digital. Isso pode ser comprovado quando busca informações em sua tela ao invés de papel; ao fazer uma pesquisa, vai ao *Google* e não à biblioteca; tem acesso a redes de informações para auxiliá-lo a resolver seus problemas e claro, sua preferência pelo *Youtube* na busca de explicações que os ajude em suas dificuldades e entendimentos.

Tal estudante provavelmente terá dificuldades em assistir uma aula expositiva por mais de 40 minutos. Sua inquietação e anseio pelo digital o fará acessar seu Smartphone, onde provavelmente encontrará as informações que estão sendo transmitidas por seu professor. Considerando este cenário, o modelo tradicional de aula expositiva pode não estar sendo o mais eficiente para os processos de ensino e aprendizagem deste novo estudante, já que ele consegue acessar as informações que lhe são importantes de modo muito mais significativo, de forma autônoma, utilizando suas ferramentas.

Tais ações podem ser justificadas por *Lévy* (2003, p. 28), que trata a inteligência coletiva e descreve como “[...] uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências”.

Como ponto principal de equilíbrio, entre este modelo de estudante e o ensino, estão as metodologias ativas de ensino e aprendizagem, que, cada vez mais, são necessárias e tem sido implantada principalmente em cursos superiores para fazer deste estudante o protagonista de sua aprendizagem. Desta forma este aluno tem seus processos permeados de desafios, investigações e resoluções de problema, de modo a estar mais envolvido, aumentando seu interesse e melhorando seu desempenho.

Essa proposta não é uma novidade, já no século passado, John Dewey já utilizava o método ativo, onde o estudante fazia parte na solução de seu problema. Para Dewey, o processo de ensino deveria proporcionar a formação de cidadãos com competências e habilidades adequadas à realidade, de modo ter aptidões que enaltecessem a criatividade, a capazes de gerenciar sua vida de forma competente, responsável e livre, com maiores chances de atingir seus objetivos. Tais processos deveriam ocorrer apoiados a metodologias do tipo *learning by doing*, também conhecida como aprender fazendo, "*hands-on*" (DEWEY, 1944).

Nos dias atuais, passados quase 100 anos, os processos de ensino e aprendizagem, em especial no ensino superior, estão cada vez se apropriando dessas metodologias ativas, em vista de um maior número de possibilidades do uso de ferramentas e estruturas derivadas dos meios digitais, com a *internet*, os *smartphones*, diferentes aplicativos, *gadgets*, entre outros, permitindo maior implantação de pedagogias alternativas. O professor pode ser mediador com mais efetividade, tendo mais oportunidades de atuar como um guia, ou consultor, com mais oportunidades de estar desafiando o aluno, auxiliando-o a surfar com desenvoltura nesse mar de informação e de recursos digitais, em vez de ser detentor e único polo transmissor de informação.

Desde os anos 90, as metodologias ativas vêm sendo utilizadas no ensino superior do Brasil. Berbel (2011) destaca essa interessante reflexão a respeito das diferentes metodologias ativas que permeiam este cenário, desde aquela época; entre elas: o estudo de caso, sempre foi utilizado nos cursos de Direito, Medicina e Administração; o método de projetos partindo da problematização para desenvolver determinados objetivos curriculares em busca de soluções; a própria pesquisa científica usada como estratégia no desenvolvimento de uma Iniciação Científica (I.C.), ou mesmo no Trabalho de Conclusão de Curso (*TCC*).

Portanto pode-se considerar que tais metodologias ativas de ensino e de aprendizagem são técnicas, procedimentos e/ou processos dos quais os professores se

apoiam na programação de suas aulas a fim de promover diferentes processos de aprendizagem a seus estudantes. O fato delas serem ativas está diretamente relacionado com a programação de atividades e/ou práticas pedagógicas que gerem envolvimento os alunos nesses processos, fazendo com que os mesmos sejam engajados em atividades práticas nas quais eles precisam agir durante todo o processo de construção de conhecimento. As metodologias ativas permitem criar condições de aprendizagem, para que os aprendizes literalmente possam fazer coisas, pensar, refletir, problematizar e buscar por conceitos que o façam, construir competências e habilidades sobre os objetos do conhecimento envolvidos nas atividades que realizam, além de desenvolver a capacidade crítica, que os permita refletir sobre as práticas que realizaram, gerar e receber feedback, compreender a importância de interagir com colegas e professores, explorar atitudes e valores pessoais.

Para Valente (2019), essa ideia inovadora sobre a proposta já conhecida que utiliza metodologias ativas se dá pela utilização das ferramentas digitais, e está sendo colocada em prática especialmente nos cursos de Graduação. Esse grupo, normalmente, já está acostumado com esse tipo de ferramenta, e tem seus objetivos bem claros, e ainda segundo Paulo Freire, o que impulsiona esse tipo de aprendiz é conseguir superar seus desafios resolvendo projetos relacionados à sua realidade, permitindo a construção de novo conhecimentos. (FREIRE, 1979).

Integrar *TDIC* a recursos de EaD para desenvolver metodologias ativas tem proporcionado o que é conhecido como *blended learning* ou ensino híbrido (VALENTE, 2014), mesclando momentos online e presenciais, podendo interagir com outros alunos e com os professores. (STAKER; HORN, 2012). No trabalho criado por *Christensen, Horn e Staker* (2013) foram criadas diferentes classificações para o ensino online, as inovações híbridas sustentadas (usam o que têm para criarem melhores produtos ou serviços) e inovações híbridas disruptivas (oferecem uma nova definição do que é bom, criando produtos mais simples, mais convenientes e mais baratos que atraem alunos novos).

Um dos modelos utilizados na pesquisa trata a Aprendizagem Baseada em Problema, também conhecido como (Abprob), *Da Silva Batista* (2019).

Esse método utiliza problemas como meio para ensinar e aprender, sendo uma proposta bem antiga, onde na história o filósofo Confúcio (500 a.C.), utilizava, ajudando seus seguidores na resposta a algum problema ou questão depois que eles tivessem se esforçado na busca da solução.

Já no Brasil, existe um crescente interesse por essa metodologia e algumas escolas já trabalham com o ABProb em seus cursos.

Essa técnica fundamenta-se no uso contextualizado de uma situação problema para o aprendizado autodirigido. Enquanto que nos métodos convencionais o objetivo é a transmissão do conhecimento centrada no professor, em conteúdos disciplinares, na ABProb, o aprendizado passa a utilizar o aluno como centro, que deixa de ser um receptor passivo da informação para ser agente ativo por seu aprendizado. Nesse contexto, o professor atua como orientador ou mediador nos grupos de trabalho ou estudo, nos quais a interação entre professor-aluno é muito mais intensa do que em aulas puramente expositivas. Essa metodologia admite sequencias de trabalho que podem variar conforme o nível e tipo de ensino, com a área do conhecimento e com os objetivos de aprendizagem que se quer alcançar, como o mostrado na pesquisa com os microcontroladores, onde níveis crescentes de dificuldade, oferecem desafios constantes aos estudantes.

2.3 Sequência Didática

A Sequência Didática (*SD*) é uma sequência de ações ordenadas, que, segundo Matos (1971), se equivale a um minicurso. Já Castro (1976, p. 55) diz que a utilização desse formato crê que a “aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva”. O trabalho de Zabala (1998) define esta unidade didática, unidade de programação, ou unidade de intervenção pedagógica como um conjunto de atividades ordenadas estruturadas e articuladas para obtenção de objetivos educacionais. Zabala assegura, que a identificação das etapas, atividades e relações estabelecidas em uma *SD* devem contribuir para a compreensão de seu valor educacional, mas também deve permitir mudanças e inserção de atividades que melhorem a própria *SD*.

Em geral, a função da *SD* é ser instrumento para que os objetivos educacionais sejam alcançados. Esta metodologia, permite adequar em suas etapas metodologias ativas, adequando-se a proposta desta pesquisa.

Para Giordan (2011), o estudo sobre a construção e a avaliação de *SD* podem representar um elemento que permite aproximar a pesquisa em ensino e a sala de aula, eles afirmam que esse tipo de pesquisa, principalmente se forem realizadas em

colaboração entre pesquisadores e professores, é uma das formas de superar desafios no ensino.

Já Colognese *et al.* (2008), descreve que na transposição de conteúdo é necessário a utilização de um modelo didático, descrevendo a utilização de SD's como uma escolha favorável e inteligente por sua viabilidade e adequação ao perfil do estudante e dos conteúdos.

Nos modelos didáticos, onde há prévia observação dos estudantes para a construção da atividade, é necessária, ampliam as relações professor-aluno e atendem às orientações das leis e diretrizes vigentes. Portanto, as *SDs*, de acordo com *Schneuwly e Dolz* (2004) são elementos essenciais por configuram-se de maneira mais concreta as etapas a serem desenvolvidos em sala de aula.

3 MÉTODO

O método foi dividido em oito etapas:

Etapa 1. Definir os tópicos do plano de aula da disciplina de Arquitetura;

Nesta etapa inicial, foi feita uma consulta ao Plano de Curso Institucional da disciplina Arquitetura de Computadores, que utiliza como base a Diretriz Curricular proposta pelo MEC onde cada tópico que deve ser abordado na disciplina foi identificado como mostra a tabela abaixo.

Como OBJETIVOS: Capacitar o aluno a compreender a estrutura básica de um computador, assim como suas funcionalidades e princípios de funcionamento. Desenvolver uma visão crítica nos alunos sobre os requisitos de desempenho associados aos elementos que compõem um sistema computacional. Elucidar detalhadamente os principais mecanismos dos elementos de um computador e seus modos de operação.
Como EMENTA: Princípios básicos de arquitetura e organização de computadores. Sistemas numéricos. Bases: representações, conversões e operações. Aritmética binária: ponto fixo e ponto flutuante. Organização de computadores (Von Neumann): memória, unidades centrais de processamento e dispositivos de entrada e saída. Modos de endereçamento, conjunto de instruções. Barramento, comunicações, interfaces e periféricos. Organização e tipos de memória. Arquiteturas RISC e CISC. Pipeline. Paralelismo de baixa granularidade. Multiprocessadores. Multicomputadores. Arquiteturas paralelas. Reciclagem, lixo eletrônico e descarte inteligente. Computadores alternativos.

Tabela 1 - Plano de curso institucional Fonte: Plano de Curso institucional

Etapa 2. Identificar ações práticas com a utilização de TDIC’s como ferramenta motivadora.

Nesta etapa, se fez a busca de uma Sequência Didática que utilizasse uma ferramenta TDIC, que atenda aos conteúdos teóricos a serem desenvolvidos no curso de Arquitetura de Computadores, e que incentive os estudantes visando à melhora do aprendizado, bem como o resultado de sua avaliação. Para atender a essa necessidade, partes do conteúdo do PC (Plano de Curso) de Arquitetura de Computadores foi escolhida e associada a práticas com a ferramenta Arduino.

Estas partes foram divididas em blocos, onde cada bloco teve a finalidade de tratar tópicos da matriz curricular, separados por temas que facilitam a integração e aplicação prototipada em laboratório prático com Arduino.

O primeiro bloco trata os princípios básicos de Arquitetura de Computadores e suas bases tecnológicas são: Representações Simbólicas, Aritmética Binária, Memória, Unidade Central de Processamento e Dispositivos de Entrada e Saída.

Princípios Básicos da Arquitetura de Computadores.

- Especificar e testar infraestrutura elétrica para suporte a hardware;
- Converter e aplicar bases da Matemática Computacional e Lógica Digital;
- Portas lógicas;
- Estruturar o hardware necessário para o funcionamento de um computador.

O segundo bloco trata a Integração de Componentes. Utiliza como base tecnológica: Modos de Endereçamento, Conjunto de Instruções. Barramento, Comunicações, Interfaces e Periféricos.

Integração de Componentes.

- Definir uma estrutura computacional (Processador, Memória, Registrador e Barramento);
- Definir boas práticas no manuseio de componentes Computacionais;

Por último o terceiro bloco utilizado para tratar os conceitos relacionados as Arquiteturas RISC e CISC, multiprocessadores e arquiteturas paralelas.

Processamento e controladores

- Arquitetura de Processadores;
- Microcontroladores e Barramentos.

Etapa 3. Construir uma sequência didática que promova ações práticas com a utilização do Arduíno como ferramenta motivadora;

A terceira etapa contou com a construção de uma Sequência Didática (SD).

Essa etapa, trata um formato estruturado para apresentação e aplicação prática dos blocos 1, 2 e 3 especificados na segunda etapa, e será apresentado em diferentes níveis de dificuldade.

Em um primeiro momento será realizada uma apresentação geral, expositiva, que evolui para a utilização dos laboratórios que se tornarão mais complexos com o passar do tempo, permitindo maior detalhamento conceitual.

A utilização desta estratégia se baseia no formato apresentado por *Vygotsky* e *Ausubel* no Capitulo 1.2, onde tanto o desenvolvimento cultural quanto o estímulo da aprendizagem por problematização e desafios crescentes são apresentados.

A primeira etapa da *SD* introduz a tecnologia Arduíno e apresenta conceitos previamente trabalhados em aula expositiva. É o primeiro contato dos estudantes com o experimento. Ela se divide em três passos que tratam o conteúdo de Arquitetura de Computadores usando o Arduino como exemplo.

1. Identificar a estrutura e documentação do Arduino, nessa parte é feito o mapeamento do Arduino, e apresentado de forma análoga a de um computador, apresentando suas características, semelhanças e diferenças;
2. Identificar as necessidades elétricas e suas características;
3. Montar o circuito e acionar o *LED*.

A etapa dois da *SD* aprofunda os conhecimentos, caracterizando cada componente da estrutura. Passos para desenvolvimento da atividade:

1. Localizar a memória do Arduino e comparar com a do *PC*;
2. Programar o Arduíno, trabalhando memórias e as capacidades de interação entre o *hardware* e o *Software* da máquina;
3. Identificar o *chip* de processamento do Arduíno e comparar a de um computador, tratar barramentos e boas práticas de manuseio e descarte. Deve ser montado o Projeto Alarme (no apêndice) onde o estudante vai fazer uma atividade com a protoboard e vivenciar as teorias aplicadas.

Já a etapa três da *SD* resgata todo o aprendizado tratado anteriormente, inserindo os conceitos relacionados as Arquiteturas *RISC* e *CISC*, Multiprocessadores, Multicomputadores e Arquiteturas Paralelas.

Para permitir uma experiência mais próxima da realidade, esta etapa permite a comunicação do protótipo com dispositivos celulares via *BlueTooth*. O desenvolvimento desta etapa se realiza em dois passos:

1. Integrar o Smartphone com o Arduino e tratar as diferentes estruturas e sistemas envolvidos;
2. Resgatar todos os conhecimentos através de desafios durante a montagem do laboratório 3.

Etapa 4. Criar kits para atender a SD construída.

A quarta etapa contou com a criação de um *Kit* padrão para desenvolver os laboratórios propostos na *SD*. Os *Kits* foram criados levando em consideração a prototipação real e funcional que permite ao estudante uma nova experiência, contribuindo para criação de sua competência. Esse *kit* visa atender uma *SD* que resgate o conhecimento prévio adquirido na disciplina e aplica em uma ação significativa, desenvolvendo novas habilidades.

Cada *kit* tem capacidade de atender grupos com até cinco estudantes, permitindo o desenvolvimento de todas as atividades propostas a um custo de R$ 270,00 (orçamento em 26/05/2020). A descrição completa deste produto está inserida como apêndice B da pesquisa.

Componentes	**Quantidade**	**Valor Unitário**	**Valor Total**
Arduíno Uno	1	R$ 50,00	R$ 50,00
Módulo HC-05	1	R$60,00	R$ 60,00
LED Vermelho	4	R$ 4,00	R$ 16,00

Tabela 2– Descreve os componentes, quantidades e valores do Kit criado para as atividades de SD (presente no apêndice).
Fonte: o autor

Um *QRCODE* foi criado para acesso a sequencia didática, facilitando assim a propagação do conhecimento e facilitação de uso por outros professores. A imagem encontra-se no apêndice C.

Etapa 5. A quinta etapa se refere a estrutura de aplicação da *SD*, que conta com vinte horas de trabalho, em forma de projetos práticos com o Arduino. Cada encontro poderá ser fracionado em duas ou quatro horas; sendo recomendado para maior rendimento, a segunda opção, que foi a aplicada na pesquisa. Foi utilizada a amostra não probabilística por julgamento, onde o autor selecionou turmas de segundo período do curso de Sistemas de Informação do ano de 2019.1 e 2019.2, na disciplina de Arquitetura de Computadores. Para evitar pré-julgamento e interferências na pesquisa, o autor escolheu um professor da instituição, eximindo-se da aplicação.

Etapa 6. A sexta etapa avaliou o desenvolvimento da *SD* pelos estudantes, nela foram verificados o engajamento, interesse, conhecimento teórico e a habilidade prática.

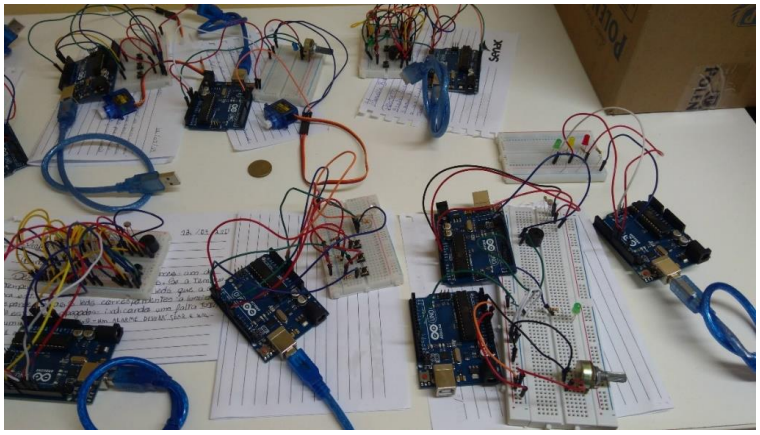


Figura 4 – Os protótipos a serem desenvolvidos pelos estudantes.
Fonte – o autor

Nesta análise foi utilizada a avaliação formal da instituição, um questionário Google voltado aos estudantes e registros do pesquisador quanto a percepção das atividades propostas e do conteúdo trabalhado pela *SD*. Os questionários utilizam variáveis instrumentos de investigação, com perguntas abertas, múltipla escolha, e escala *Likert*, que é uma escala onde as afirmativas são apresentadas e o respondente é convidado a emitir o seu grau de concordância com aquela frase.

Etapa 7. Como sétima etapa foi feito um levantamento da perspectiva de outros professores da área de *TI* a respeito da *SD* construída. Como parte da pesquisa, a *SD* criada, foi apresentada ao meio acadêmico, sob forma de questionário no formulário Google, onde o objetivo era receber um *feedback* de diferentes professores e validar as práticas propostas. Esse questionário foi composto de perguntas abertas, múltipla escolha e escala *Likert*.

Etapa 8. Por fim a oitava etapa finaliza com análise e discussão dos resultados da pesquisa a fim de verificar se foram atendidos os objetivos gerais e específicos da mesma. Essa etapa da pesquisa está descrita detalhadamente no Capítulo V Resultados e Discussões. Esta pesquisa contou com quatro grupos testes, em dois não se aplicou a *SD* e em dois a *SD* fora aplicada segundo o planejamento aqui tratado. A atividade foi executada na mesma faculdade, com um mesmo professor, conteúdo, avaliação e curso; mudando apenas o semestre. Inicialmente manteve-se a aula expositiva em dois grupos de teste e depois aplicou-se a aula utilizando a *SD* em outros dois, esperando observar uma melhora significativa, espelhada na motivação e participação, resultando em um valor de média final bem melhor.

3.1 Descrição das *SD*

A construção das atividades da *SD* leva em consideração Metodologias Ativas, onde em pesquisa nos artigos referência, foi constatado que a utilização de *TDICs* tem um ótimo resultado, como mostrado no Cap II.1. Dentre as tecnologias, a mais indicada para desenvolver competências em informática se tratando de componentes é o Arduíno. Ele trabalha com baixo custo, facilidade de manuseio e tem uma estrutura que atende às necessidades da disciplina Arquitetura de Computadores.

Foi construída uma sequência didática, mostrada na Tabela 1 que se encontra no apêndice, contemplando tópicos do Plano de Curso, resultando em um produto real, fazendo com que seu desenvolvimento seja significativo. Para execução desta SD é necessário a preparação de um ambiente com poucas adequações, permitindo assim a flexibilidade com salas convencionais, facilitando sua implementação.

B) Organização da sala - O Ambiente deverá possuir pelo menos 1 Computador para a gravação da programação no Arduino. É desejável que para cada cinco estudantes exista pelo menos uma máquina disponível, porem essa situação não se torna obrigatória uma vez que ao ser gravado o Arduíno só precisa de uma fonte de energia para funcionar. Observação: Consta no apêndice a descrição dos materiais com valores de mercado aproximado para montagem dos kits.
Objetivos Gerais da disciplina Arquitetura de Computadores Princípios básicos de arquitetura e organização de computadores; Sistemas numéricos. Bases: representações, conversões e operações. Aritmética binária: ponto fixo e ponto

Figura 5 - A figura mostra a tabela 1 que descreve a SD
Fonte: O Autor

3.2 Descrição do Formulário de avaliação das percepções dos estudantes

O questionário buscou levantar dados que validassem a *SD* construída sobre os aspectos da motivação, aumento na facilidade de desenvolver os processos de aprendizagem, verificação do desenvolvimento da autonomia, como pode ser visto na tabela 2, disponível no apêndice D do documento. Utilizou instrumentos variados de investigação, com perguntas abertas, múltipla escolha, e escala *Likert.*

Esta etapa tem como objetivo levantar o perfil dos estudantes participantes. Gênero no qual se identifica? Feminino – Masculino – outros Idade? 19 – 21 / 22 – 25 / 26 – 30 / mais de 31 Trabalha no contra turno de sua escolaridade? Não - Sim, meio período - sim, período integral

Figura 6 - A figura mostra a tabela 2 que descreve o formulário da percepção dos estudantes.
Fonte: O Autor

3.3 Descrição da avaliação formal aplicada aos estudantes

A avaliação visa verificar o desenvolvimento de competências e habilidades específicas da disciplina. É uma atividade correlacionadas ao cronograma e à ementa da instituição, atendendo também aos requisitos do ENADE, como descrito na tabela 3 do anexo.

Avaliar a aprendizagem de um estudante é a parte mais emocional da educação. Logo, uma avaliação de formato tradicional, por vezes não afere como a aprendizagem se desenvolveu, atuando apenas como um meio de punição dos erros sem procurar os meios para a solução. No contexto desta proposta, os alunos não poderão ser apenas consumidores de aulas e provas, terão de ser atuantes, competentes e habilidosos, e os docentes, por sua vez, precisam assumir a docência e a aprendizagem de forma mais autónoma, colaborativa e partilhada, integrada através de projetos e de produção social de conhecimentos, tornando, assim, a aprendizagem mais motivadora e significativa.

Uma das modificações proposta junto a implementação deste novo método é o olhar sobre a avaliação, devendo contemplar todos os aspectos cognitivos dos alunos, não encarando o erro como uma punição, mas sabendo que faz parte do processo que constrói o conhecimento. Neste ponto, descrever a vivência dos experimentos ou resultados obtidos que se identifiquem no item avaliado na prova, passa a contar na composição de sua pontuação.

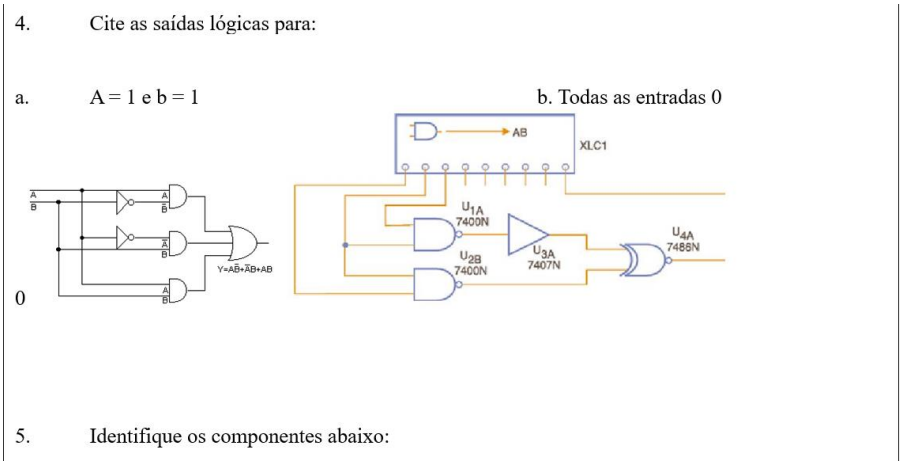


Figura 7 - A figura exibe parte da avaliação aplicada na disciplina Arquitetura de Computadores
Fonte: O Autor

3.4 Descrição do Formulário de avaliação das percepções dos professores

Este formulário tem como objetivo a validação da *SD* construída por diferentes professores que atuam na formação de profissionais de *TI*, em universidades públicas e privadas, nos aspectos relacionados às exigências da disciplina Arquitetura de Computadores, da viabilidade da ferramenta Arduino, bem como das atividades construídas com uso deste recurso, além de considerar o suprimento dos critérios do Enade, como se vê na tabela 4, cujo formato completo foi adicionado ao apêndice do trabalho.

01 - 05 anos/ 06 - 10 anos/ 11 - 15 anos/ 16 - 20 anos/ mais de 20 anos Formação atual? Graduação - Pós-Graduação – Especialização – Mestrado – Doutorado - Pós-Doutorado Atua na rede: Pública – Privada - Pública e Privada Responda de 1 (muito pouco) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Tem ciência dos pré-requisitos que enquadram a Faculdade na qual atua no ENADE? 1 – 2 – 3 – 4 – 5

Tabela 3 – Formulário de avaliação de percepção dos professores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas primeiras etapas foram levantadas as notas dos estudantes nos períodos 2018.1 e 2018.2 onde foi iniciado a ação de identificação e coleta de dados para a pesquisa, observando que grande parte do grupo se mantém com notas abaixo da média, apresentando dificuldade em visualizar a necessidade e aplicabilidade da disciplina em sua vida acadêmica.

O Gráfico 1 demonstra os resultados finais na disciplina, onde houve uma redução ainda maior no índice de aproveitamento.

Em 2018.1 foi aberta uma turma com 26 (vinte e seis) estudantes, sendo que 19 (dezenove) se mantiveram com nota abaixo da média e apenas 7 (sete) conseguiram nota maior ou igual a 6.0. Um resultado negativo também pode ser observado em 2018.2, com uma turma composta de 22 (vinte e dois) estudantes, onde apenas 2 (dois) conseguiram nota igual ou superior a seis.

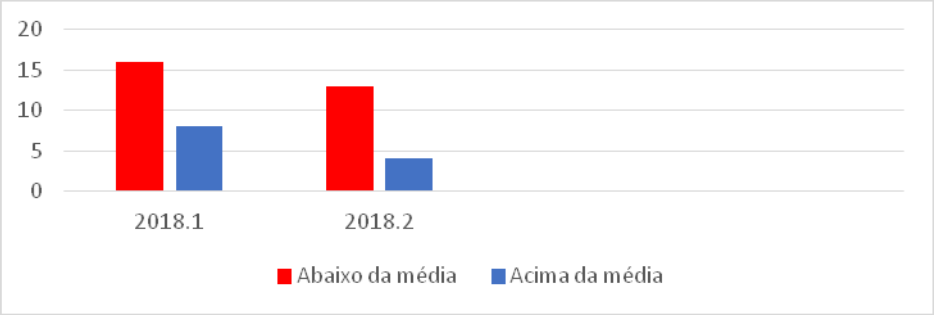


Gráfico 1 - Notas dos estudantes por semestre na disciplina Arquitetura de Computadores

Estudantes de nível superior, vêm trazendo da sua formação básica dificuldades de aprendizado, uma vez que algumas disciplinas se tornam menos significativas por não apresentarem relações com suas necessidades do dia a dia. Tal informação, demonstrada na introdução desta pesquisa acaba por culminar em resultados de baixo aproveitamento nas avaliações e médias finais dos períodos, em variadas disciplinas de nível superior.

Nesta pesquisa, fez-se um recorte neste cenário, tratando especificamente do problema relacionado à Arquitetura de Computadores, disciplina que é aplicada no segundo período e de grande importância por apresentar conceitos de base da área de *TI*.

Na Figura 8, pode se observar um estudante, que declara a total dificuldade na abstração necessária ao desenvolvimento dos conteúdos da disciplina em questão, perguntando por vezes a possibilidade de trancamento da mesma naquele período.

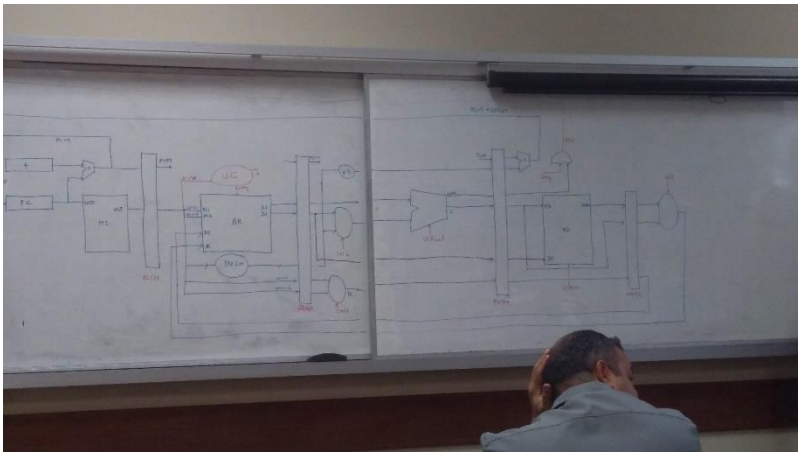


Figura 8 - A Figura Dificuldade no compreendimento teórico dos estudantes.
Fonte: o autor

Pela imagem, pode-se perceber a necessidade de uma ação imediata a fim de resgatar este e outros estudantes, através da motivação e da perspectiva de uma melhorara no rendimento global. A pesquisa seguiu em busca pela solução do problema, considerando as necessidades em tornar o aprendizado mais significativo.

Foi feito um levantamento nas bases teóricas e observação nos estudos atuais relacionados a Novas Tecnologias Digitais na Educação, onde a necessidade de um elemento motivador é citada em vários momentos por diversos autores. E com base nas características do curso, voltado à Tecnologia e Informação e da disciplina Arquitetura de Computadores, que trata a parte física do Computador, assim como sua administração a partir de softwares, foi feito uma busca nas ações similares utilizadas por autores da área de tecnologia. A compilação destas informações apontou a ferramenta Arduino como a plataforma mais adequada, visto sua portabilidade e facilidade de interação como outros elementos físicos, como componentes eletrônicos e prototipação, necessários ao desenvolvimento de competências e habilidades pertinentes à disciplina eleita para aplicação da pesquisa.

Foi então construída pelo autor, uma *SD*, com atividades que se utilizam da ferramenta Arduino, para simular características de comportamento similares aos dos Computadores, configurando-se uma plataforma com indicação para simulação e

resolução de problemas, capaz de gerar motivação e desafios que facilitem os processos de ensino aprendizagem na disciplina de Arquitetura de Computadores.

A etapa seguinte se deu na aplicação da *SD*. Durante a aplicação, pode ser notado inicialmente uma resistência na utilização de laboratório, uma vez que a disciplina tem aplicação teórica expositiva, além de apresentar um legado de dificuldade na abstração. Tal preocupação estava relacionada ao receio, do professor aplicador Fabiano Machado de Araújo, dos processos de desenvolvimento dos conteúdos, tornarem-se ainda mais complicados.

Previamente à execução da *SD*, os estudantes passaram por uma aula introdutória, onde as atividades que seriam desenvolvidas foram correlacionadas a exemplos de IOT (Internet das Coisas) e IA (Inteligência Artificial), além de mostrar a ferramenta o Arduino e tudo que ela podia oferecer dentro deste contexto; o que aguçou a curiosidade dos mesmos, construindo uma atmosfera motivacional para o que iriam desenvolver e aprender.

A *SD* começa a ser aplicada nas aulas, nas turmas 2019.1 e 2019.2, os estudantes reagem com aceitação e estímulo no desenvolvimento de atividades, antes apontadas como cansativas e desinteressantes. Os questionários de revisão passam a ser comparados a atividades práticas e os estudantes começam a desenvolver projetos relacionados ao dispositivo e a disciplina para sustentar necessidades de seu dia-a-dia.

No primeiro projeto, foi desenvolvido um protótipo que trabalhava os conceitos de Dispositivos de E/S (entrada e saída), Portas de Comunicação, Barramentos, Energia Elétrica, Manuseio de Componentes, Componentes Eletrônicos e Compilação. A curiosidade somada ao desafio de construir algo real, fez com que os estudantes ficassem imersos na atividade, buscando cada dado trabalhado na teoria em sua aplicação prática. Dúvidas, interações e até mesmo competitividade puderam ser registrados neste primeiro momento. Mostrar que entendia o que estava acontecendo e que seu experimento funcionava era o motor motivador naquele momento. Todos os grupos conseguiram desenvolver a primeira atividade com excelente desenvoltura, comprometimento e segurança.



Figura 9 – A figura mostra o grau de comprometimento e interesse dos estudantes pela atividade
Fonte: O Autor

As atividades seguintes se apresentaram com grau de dificuldade maior em relação a etapa anterior, acompanhando a teoria. No segundo projeto, a utilização de Sensores e respostas do circuito permitiram trabalhar portas Digitais e Analógicas, Ondas, Barramentos e Circuitos. Mais uma vez o desenvolvimento da atividade foi um sucesso. Mesmo se tratando de uma teoria mais robusta ela foi tratada e esquematizada pelos grupos, que a todo o momento interagiam e ajudavam um aos outros. Muitas ideias e comparações ao cotidiano, como por exemplo os sensores de iluminação pública foram citados pelos estudantes, fazendo com que o experimento pertencesse a sua realidade.

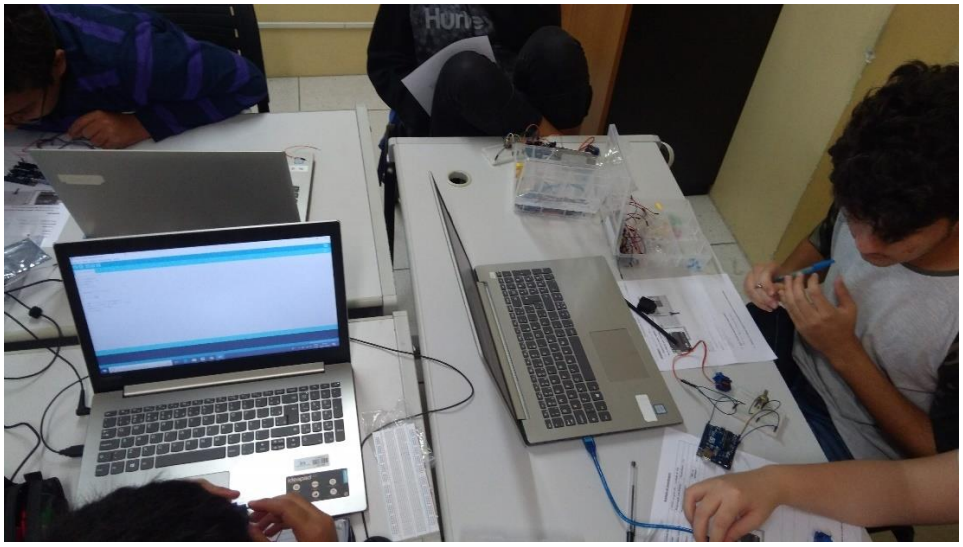


Figura 10 - A Figura Mostra o desenvolvimento e anotações em uma atividade da SD com Arduino
Fonte: O Autor

O projeto final da SD, apresentou uma atividade que contemplava a realidade da utilização dos dispositivos móveis via *BlueTooth* no desenvolvimento do laboratório. Nela, houve pouca mediação, essa decisão era fazer com que o desafio fosse ainda maior. Os estudantes puderam recorrer a utilização de consultas tanto em material próprio, quanto na internet de forma ilimitada, de modo a tentar sanar qualquer dificuldade que surgia, a consulta entre grupos também se fez permitida, promovendo processos colaborativos de aprendizagem. Parte dos códigos de programação também foram fornecidos, uma vez que este laboratório utiliza recursos mais complexos, como por exemplo a comunicação via *Bluetooth*. Ao longo do projeto final eles se mostraram motivados, assertivos, confiantes, executando todos os procedimentos dentro do esperado.

Destaca-se a partir disso o real desenvolvimento, por parte dos estudantes, de competências e habilidades da disciplina Arquitetura de Computadores que nortearam os mesmos na execução das tarefas aplicadas. Seguiu-se então para as avaliações formais da instituição, com o objetivo de observar a capacidade de correlação dos conceitos adquirido em outras situações.

O gráfico 2, apresenta os resultados dessas avaliações, vislumbrando uma melhora considerável no aproveitamento global da disciplina, podendo ser observado que em 2019.1, a turma inicia com 25 (vinte e cinco) estudantes do qual apenas 7 (sete) se mantiveram com nota abaixo da média 6 (seis), com resultado positivo para 18 (dezoito) estudantes. Já para 2019.2 os resultados foram ainda melhores, com um total de 25 (vinte e cinco) estudantes apenas 4 (quatro) se mantiveram abaixo da média, tendo um total de 21 (vinte e um) alunos com resultados positivos.

Acompanhando o desempenho dos grupos pode ser observado que no experimento, comparando as duas turmas onde foram aplicadas a Sequência Didática, não só houve uma melhora das condições gerais de notas, como também esta condição vem evoluindo. Em 2019.1 foram 7 (sete) notas abaixo da média, e em 2019.2 apenas 4 (quatro). Outro fator em relação a desempenho, em 2019.1, 2 (dois) estudantes conseguiram 10 (dez) pontos, e 2019.2, 3 (três) conseguiram o grau máximo.

Este resultado não deve apenas estar relacionado a uma *SD* que permite a aquisição de conteúdos de forma mais acessível, gerando maior rendimento; mas se deve especialmente a construção de uma *SD* capaz de gerar motivação, oportunidades protagonistas e ações colaborativas, que mantiveram os estudantes confiantes e dispostos durante todos os processos de aprendizagem.

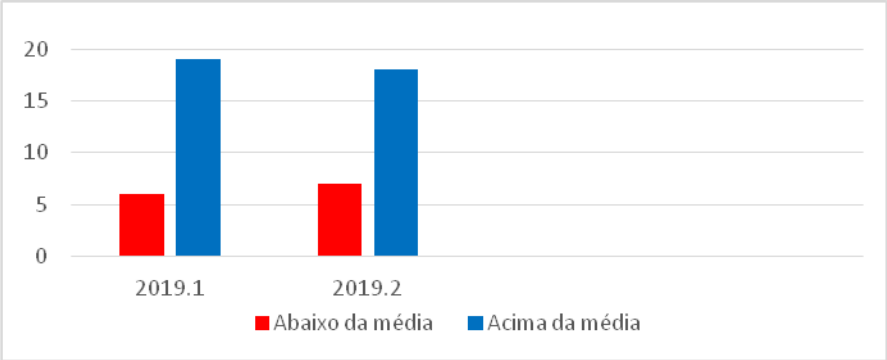


Gráfico 2 - Notas dos estudantes por semestre na disciplina Arquitetura de Computadores, posterior a aplicação da SD

Os questionários aplicados tratam de um estudo exploratório numa abordagem quantitativa, uma vez que um dos objetivos da *SD* foi produzir conhecimento que se traduzisse em algum tipo de resultado. Como anteriormente citado, o questionário utilizou perguntas abertas, múltipla escolha e escala *Likert*; logo o design da investigação adotada, permitiu a exploração de variáveis relacionando-as entre si.

Este instrumento consiste na recolha de dados por meio da inquirição de indivíduos, focado na medição e comparação de dados que se consideram mensuráveis. Logo, o questionário permite a obtenção das visões que os professores e os estudantes têm acerca da *SD* realizada nos seus cursos, os seus pontos positivos e negativos.

O questionário Percepção de Professores Universitários de Tecnologia da Informação, foi disponibilizado em redes sociais para grupos de professores universitários dos cursos de TI, de meados de fevereiro a meados de marco de 2020. Foram obtidas um total de 16 respostas, número razoável para o período em que o mesmo foi aplicado, pois muitos professores estavam em recesso de carnaval e posteriormente iniciando seu ano letivo.

Após análise, destaca-se, 43% dos professores, atuando há mais de 20 anos em universidades, permitindo ao pesquisador uma boa validação de suas questões por estar lhe dando com público experiente, além de observar que o problema destacado é vivenciado há bastante tempo por estes profissionais, como fomenta a academia.

O grupo em maioria tem mestrado, 43.8%, seguido de especialistas, 31.3% e 25% de doutores; onde a grande maioria atua em instituições privadas, 62.5% e 18.8%, na rede pública. Este traço de perfil, trouxe peso às respostas, já que, trata dados de pessoas com boa a excelente bagagem acadêmica, e ampla rede de atuação.

Em relação ao ENADE, 50% do grupo de pesquisados têm ciência plena das necessidades para atender sua demanda, de forma que para a pesquisa, tais profissionais compreendem que corresponde a um exame, parte do Sinaes (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior), cujo objetivo é avaliar a qualidade dos cursos de formação superior.

Quanto à disciplina Arquitetura de Computadores, 37.5% confirmam um nível elevado de dificuldade para entendimento, onde a avaliação mais baixa se manteve em uma dificuldade mediana de 25%, apresentando um forte indicativo da necessidade de uma ação que facilite os processos de aprendizagem, corroborando o apresentado pela academia, validando as tentativas da presente pesquisa em construir e validar uma *SD* com uso de Arduino.

Dos resultados frente aos conhecimentos de Arduino, 25% possuem pleno conhecimento da ferramenta, seguido de 37.5% que conhecem de forma mediana e outros 25% que possuem conhecimento regular. Menos de 2% não possuem conhecimento da ferramenta. Sendo assim, as respostas para a avaliação da *SD*, se basearam em profissionais com competências necessárias para este processo.

Em relação avaliação da *SD* construída, 68.8% correlacionaram totalmente os itens propostos da disciplina com as atividades práticas da sequência. Onde o nível mais baixo da escala de 0 a 5 foi o 3 com 12.5%, que tiveram alguma dificuldade no entendimento da proposta, o que deve estar relacionado com o percentual que assinalou ter conhecimento regular da ferramenta, nas questões do perfil.

Na pergunta: “Conseguiu correlacionar as etapas da *SD* aos conteúdos propostos na mesma, que fazem parte da disciplina Arquitetura de computadores”, 68,8% dos professores assinalaram que correlacionaram bastante, com relatos bem positivos a respeito, que podem ser observados em algumas respostas na tabela 4 a seguir:

A SD se apresentou bem coerente no desenvolvimento de competências e habilidades específicas para os conteúdos propostos, diretamente ligados ao que se espera na disciplina de Arquitetura de Computadores.
As atividades propostas permitem o desenvolvimento de conceitos iniciais da disciplina, necessário para um bom embasamento. Falta momentos de feedback e fechamento para unificar a proposta teoria-prática apresentada.
Há uma evolução do conhecimento e competências nas atividades. Primeiro conhece as

funções básicas de uma arquitetura, no caso o Arduíno. Segundo, conhece e prática conceitos avançados do Arduíno. E terceiro, implementa um circuito que comunica o Arduíno com um celular via Bluetooth.
As atividades propostas são correlacionadas diretamente aos objetos do conhecimento da disciplina.
Sim. Deve ser observado que a SD não corresponde a todos os tópicos que compõem a disciplina.
Consegui observar a ligação dos tópicos com as necessidades da disciplina
Trabalhei dois períodos na disciplina e conheço os tópicos.

Tabela 4 - Respostas dos professores à pergunta: "Conseguiu correlacionar as etapas da SD aos conteúdos propostos na mesma, que fazem parte da disciplina Arquitetura de computadores? ".

Ao serem perguntados se acreditam que a SD poderia ser capaz de motivar os estudantes, melhorando a receptividade dos conteúdos? O resultado foi 87.5% para os que acreditam plenamente, um resultado muito inspirador para esta pesquisa e futuras, em um campo onde a busca não cessa, com alguns relatos podendo ser observados na tabela 5 abaixo:

Trabalhar com o concreto traz para realidade o que era antes impalpável. Desta forma os estudantes entendem tanto a necessidade de se aprender tais conceitos, como a visualizar a concretização dos mesmos.
Praticar o conhecimento sempre traz bons resultados na educação.
Trazer o concreto e lúdico para desenvolver conceitos, torna aprazível e acessível a aquisição do conhecimento, então motiva muito a proposta.
Os estudos atuais sobre metodologias de ensino têm demonstrado que para as gerações mais novas, a proposta teoria-pratica não tem motivado tanto quando as metodologias ativas.
Sim, pois a evolução do conteúdo será um fator motivacional.
Melhor percepção fazendo na prática o conteúdo lecionado.

Tabela 5 - Respostas dos professores à pergunta: "Acredita que a SD possa ser capaz de motivar os estudantes, melhorando a receptividade dos conteúdos? ".

Quanto a capacidade da SD em minimizar as dificuldades nos processos de aprendizagem, os participantes mostraram-se confiantes e acreditam que trabalhar a integração da teoria com a prática traz melhores resultados na assimilação do conteúdo, justamente por intervir nesses processos de aprendizagem, trazendo a perspectiva real como ponto de partida para desenvolver os conceitos basais. Neste

tópico 68.8% dos participantes da pesquisa se mostraram totalmente confiantes e alguns relatos foram destacados na tabela 6, para reafirmar este resultado.

Motivados os estudantes se abrem para o conhecimento e em etapas bem definidas em progressão de nível cognitivo e prático, os estudantes conseguem dinamizar seus processos de aprendizagem de modo que tudo se torne mais fácil.
Sim, porque os laboratórios com o Arduíno facilitam o aprendizado, por ser um dispositivo menos complexo que uma arquitetura de um PC. E também a programação direta no Arduino permite ao aluno visualizar melhor os componentes de uma arquitetura de microcontrolador.
Embora a prática com Arduíno ajude, alguns tópicos de arquitetura como organização interna de processador, memória, entrada e saída ainda serão abstratos pois o Arduíno abstrai (como é de se esperar de um computador) o acesso ao mais baixo nível ao funcionamento com computador.
Ao praticar você consegue visualizar suas ações e necessidades.
Estimula o aluno a aprender

Tabela 6 - Respostas dos professores à pergunta: "Acredita que a SD seja capaz de apresentar os conteúdos de um modo a minimizar as dificuldades nos processos de aprendizagem dos conteúdos da disciplina Arquitetura de Computadores? ".

Na questão que se referia a dificuldade de implementação, obteve-se maior resultado no item de dificuldade média grande, ou seja, segundo estes professores a implementação da *SD* seria complicada e para justificar este resultado, foi apontado que se deveria a escassez de recursos, tanto na rede privada, mas principalmente nas universidades públicas, para aquisição dos itens que compõem o kit montado necessário a execução da *SD*, apesar deste apresentar baixo custo; já que a burocracia envolvida para adquirir materiais e a previsão orçamentária poderiam ser duros obstáculos. Então, embora a maioria concorde com a *SD* e seus pontos positivos no desenvolvimento de Arquitetura de Computadores, não podem deixar de ressaltar que tal proposta demanda de recursos, e que esta questão estaria fora da alçada dos mesmos, apenas 12% das universidades estariam preparadas para essa implementação.

Talvez uma certa dificuldade na aquisição dos materiais para todos os kits, mas em um período poder ia-se começar de forma reduzida e ir ampliando nos semestres seguintes.
Parcialmente. Poderia ter dificuldades financeiras em se obter os componentes, devido há limitações orçamentária de uma Instituição pública de ensino superior.
A Universidade que trabalho tem verba para comprar os componentes.
Como atuo em universidade pública a aquisição de material e muito difícil.

Sim, hoje atuamos com um conjunto de metodologias ativas que dificultam um volume teórico de aulas expositivas.

Tabela 7 - Respostas dos professores à pergunta: " Você teria dificuldade de implementar esta *SD* na Universidade na qual atua? ".

A pergunta final, refere-se a decisão dos pesquisados em usar a *SD* em suas aulas, e como resultado, 75% concordam plenamente em trabalhar a sequência, sendo aceita pelos professores que atuam com essa disciplina. As amostras negativas à ação podem estar associadas ao fato de alguns dos profissionais não ministrarem a disciplina em específico, logo não visualizam a utilização desta ferramenta em suas práticas educacionais de forma direta, mas como trabalho futuro, poderia-se adaptar a SD para outras disciplinas dentro do curso de TI.

Muito interessante a proposta e com grande valor agregado aos processos de aprendizagem
Sim, sempre busco trazer a pratica meus conteúdos, ainda mais com alto grau de abstração.
Está bem elaborada e com temas inovadores como conexões sem fio.
Sim, um passo a passo de atividades que correlacionam a teoria com a prática sempre será bem aceita onde trabalho e em minhas ações educacionais.
Não ministro essa matéria, mas se ministrasse, sem dúvida seria uma opção.

Tabela 8 - Respostas dos professores à pergunta: "Você utilizaria esta SD para ministrar as aulas de Arquitetura de Computadores na qual os conteúdos são abordados pela mesma?"

A análise dos resultados referentes à pesquisa realizada com os estudantes, também apresentou resultados buscados por esta pesquisa. O questionário foi aplicado na entrega de resultados, no fechamento do período, permitindo a participação de forma espontânea, o que justifica o número total de respostas não estar diretamente relacionado ao número de estudantes atingidos.

No perfil dos estudantes pode ser observado que a grande maioria é do sexo masculino, 79.3%, sendo 20.7% femininos. Essa proporção é uma característica normalmente encontrada em cursos de exatas, principalmente na informática. O grupo é balanceado entre estudantes de mais de 31 anos e de 22 a 25 no qual 58% trabalham em contra turno período integral, e a minoria de 13% não trabalha. O que deve ser comentado é que, muitos se apresentam em uma faixa etária que os distancia das competências adquiridas na Educação Básica, além do fato destes estudantes

trabalharem, em maioria em tempo integral, o que limita suas horas de estudo, e junto com o cansaço, podem ser um dos fatores que já interferem de forma negativa nos processos de aprendizagem.

Ainda no perfil, ao serem questionados sobre a ferramenta, 43.3% têm bom conhecimento sobre o Arduino, 26.7% pouco conhecimento e 23.3% conhece a ferramenta de forma mediana. Portanto, alunos de TI conhecem algumas ferramentas tecnológicas, sem associá-las ao desenvolvimento de práticas pedagógicas.

A grande maioria respondeu ter dificuldades em disciplinas teóricas sem laboratório, isso reforça a necessidade de uma ferramenta capaz de motivar e preencher esta lacuna, ferramenta esta próxima de sua realidade.

Nos relatos da tabela 10, eles destacam a associação com a prática para fundamentar conceitos e desenvolver processos de aprendizagem mais coerentes com a realidade. A dificuldade em entender apenas com aulas teóricas expositivas faz com que o desempenho não seja o esperado.

O laboratório sempre é uma opção excelente para praticar.
Sem praticar e muito difícil entender. Depois do Arduíno ficou muito mais fácil.
O professor sempre auxiliou e destacou as partes mais complicadas enquanto passava o conteúdo respectivo a cada atividade.
A teoria é excelente e aplicando a mesma em laboratório o entendimento ficou pleno
Não visualizar de forma concreta o que se está aprendendo é muito difícil
Experiência visual facilita a assimilação da matéria.

Tabela 9 - Respostas dos estudantes à pergunta: “ Tem encontrado dificuldade nas disciplinas teóricas, sem laboratório? ”

Em relação à motivação, 72% se sentiram muito motivados, estimulados a desenvolver os conceitos, abrindo portas para que os processos de aprendizagem se estabelecessem de forma agradável, proativa e protagonista, a maioria, 86.6%, assinalou que percebeu a assimilação de conceitos de forma mais acessível; validando a capacidade da *SD* em atender estes objetivos.

Pode-se também coletar dados a respeito da assertividade, a confiança, durante as avaliações formais e 86.7% se mostraram mais confiantes. E ao final questionamento, foram perguntados se desejavam utilizar o Arduino em outras disciplinas. 86% assinalou que gostariam muito, com considerações bastante interessantes, abrindo caminho para a construção de novas *SD* que se utilizam de

ferramentas tecnológicas próximas à realidade do estudante e do mercado, como se pode observar em alguns dos relatos destacados na tabela 10.

Sim, o Arduíno é uma nova tecnologia e quem breve vai dominar o mercado. E todo profissional de tecnologia deveria entende-la
Gostei muito de utilizar aulas de laboratório. Aprendi bem mais.
Na sociedade atual que tende a uma nova percepção tecnológica com necessidades crescentes em IoT, ´para mim é fundamental ter o maior conhecimento possível baseado em microprocessadores como Arduíno/Raspberry
É muito importante para dar mais ferramentas e crescimento nas aulas
Ajudar a fixar o conhecimento.
Pena que não são todas as matérias que utilizam recursos práticos.

Tabela 10 - Respostas dos estudantes à pergunta: "Gostaria de ter mais aulas de disciplinas teóricas associadas a ferramentas tecnológicas como o Arduino? "

Todos os gráficos relacionados à pesquisa do *Google Forms* encontram-se na íntegra no apêndice.

5 CONCLUSÃO

A *SD* construída foi capaz de estimular os estudantes a partir de anseios de sua realidade, fomentando processos de aprendizagem significativa durante as etapas desenvolvidas com a ferramenta Arduino, onde os estudantes conseguiram desenvolver competências e habilidades técnicas com associação direta à teoria, o que reduziu as dificuldades de assimilação dos objetos do conhecimento da disciplina Arquitetura de Computadores.

A construção da *SD* considerou etapas de níveis de dificuldades crescente, focando em competências e habilidades basais, pré-requisito da etapa seguinte, de modo que a atividade final contasse com estudantes aptos a atuarem de forma autônoma e assertiva.

Em 2018.1, 2018.2 onde a atividade ainda não havia sido proposta, mais da metade da turma obteve conceito inferior à média requerida para aprovação. Comparando 2019.1 e 2019.2 pode ser observado que o resultado praticamente inverte, tendo como maior parte do grupo obtido a média necessária para sua aprovação, o que pode ser relacionar a motivação gerada pelas etapas construídas para esta *SD*, que despertaram os potenciais individuais e coletivos ao longo dos diversos processos realizados, em uma aprendizagem não apenas significativa, mas colaborativa e imersiva.

Para o experimento não intervir diretamente na pontuação, não foi utilizado como atividade avaliativa nem como complemento de pontuação, fazendo apenas parte do processo de aprendizado.

Como outro resultado positivo, a instituição tem a proposta de fazer uso desta *SD* como parte integrante de seu Plano de Curso, proposta a ser orçada para os próximos períodos. O presente autor deixou claro que a manutenção do *Kit* construído para a execução da *SD* fica a cargo do professor/ instituição, que devem manter o mesmo atualizado à necessidade de substituição ou aquisição de novos materiais, seja por depreciação ou perda dos mesmos, ou mesmo adequação à realidade do mercado.

Quanto ao levantamento da percepção dos professores, fez se com êxito e fica entendido a viabilidade das atividades propostas pela *SD*, alinhadas ao desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à disciplina Arquitetura de Computadores, exigidas pelo ENADE; considerando uma barreira a implementação da mesma apenas os recursos físicos.

Mesmo êxito se fez no levantamento das percepções dos estudantes, cujas respostas vieram a corroborar com os objetivos propostos por esta pesquisa; reforçando o que a academia vem defendendo há um certo tempo.

Como atividade futura, sugere-se que o experimento possa se expandir a outras atividades e integrar, de forma colaborativa, como uma disciplina de Projeto Integrador ou mesmo como Atividade Interdisciplinar. Logo, propor esta interação ou criar um modelo que interaja várias Conteúdos Programáticos tende a ser um caminho natural para a evolução desta pesquisa.

Desenvolver *SDs* multidisciplinares ou Projetos que utilizem como ferramenta dispositivos que permitam prototipação como o Arduino ou o *Raspberry*, através de pesquisa de Mestrado Profissional, leva, de forma concreta, a atividade tipicamente acadêmica para mais próximo do estudante, contribuindo então para que a reconfiguração das práticas educacionais, tão necessárias às adequações do século XXI, verdadeiramente aconteçam.

BIBLIOGRAFIA

Arduino (2015), http://www.arduino.cc/

Alves, R. M. et al. (2012) “Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino e aprendizagem”, In: Jornada de Atualização em Informática na Educação, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.1-197, nov. 2012;

BARBOSA, Ana Mae. John Dewey e o ensino da arte no Brasil. São Paulo: Cortez, 2001.

BERBEL, Neusi Aparecida Nava; GAMBOA, Sílvio Ancízar Sánchez. A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma perspectiva teórica e epistemológica. 2011.

BAKHTIN, Mikhail. A interação verbal. In.: _____. Marxismo e filosofia da linguagem. Tradução MachelLahud e Yara Frateschi Vieira. 6ª . São Paulo: Hucitec, 1992. p . 110 – 127.

BEZERRA, Jônatas Costa. Uma nova construção pedagógica a partir do uso das novas tecnologias. 2015.

BRASIL, SEF. Base Nacional Curricular Comum-BNCC. 2017.

BRASIL, MEC. Diretrizes Curriculares de Cursos da área de Computação e Informática. MEC–SESU (Secretaria de Educação Superior). CEEInf – Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática. Brasília, 2001.

BRONCKART, J-P. Atividade de linguagem, discurso e desenvolvimento humano. Tradução de Anna Rachel Machado e Maria de Lourdes Meirelles Matencio. Campinas, SP, Mercado de Letras, 2006.

BRZEZINSKI, Iria; MARCELO GARCÍA, Carlos. Formación y valorización de profesores en el Plan Nacional de Educación, BRASIL/2014-2024, y en el Plan de Educación de Andalucía/España 2014: Aproximaciones y distanciamientos. Formação Docente. Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores., 8 (14), 13-32., 2016.

COLOGNESE, Rose Mari; RODRIGUES, Wilsilene. Tecnologia como instrumento de ensino-aprendizagem em língua estrangeira. 2008.

COSTAS, Morán; MANUEL, José. Mudanças na comunicação pessoal: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica. 1998.

Christensen, C., Horn, M. B. & Staker, H. (2013). Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos (2013). Recuperado de

http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learningdisruptive-Final.pdf.

DA SILVA BATISTA, Adriana. A IMPORTÂNCIA DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR NO CURSO TECNOLÓGICO DE MARKETING NA FACULDADE METROPOLINA DE MANAUS-FAMETRO. Revista Científica de Iniciación a la Investigación, v. 4, n. 1, 2019.

DE ARAÚJO, Denise Lino. O que é (e como faz) sequência didática? Entre palavras, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

DE MACEDO, Renato Soares; PRIETCH, Soraia Silva. Utilizando a placa Arduino como ferramenta de apoio ao ensino de programação. Revista de Exatas e Tecnológicas, v. 4, n. 2, p. 51-56, 2013.

DE OLIVEIRA, Claúdio. TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. Pedagogia em Ação, v. 7, n. 1, 2015.

Dewey, J. (1944). Democracy and education. New York: The Free Press.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michele; SCHNEUWLY, Bernard. SD para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim e colaboradores/Trad. e org. Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado das Letras. 2004.

DUARTE, Newton et al. Vigotski eo" aprender a aprender": crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas: Editora Autores Associados, 2001.

EGEA, R; Rosa., R.; Rodriguez, D. Z. (2017) "An Open Electronic Prototyping Platform as Resource for Teaching". In: Simpósio Brasileiro de Informática na EducaçãoSBIE. p. 1739.

FABRI JUNIOR, Luiz Ariovaldo et al. O uso de Arduino na criação de Kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas. 2014.

FERNANDES, Vasco Luís Quaresma Simões. O ensino de arquitetura de computadores: dificuldades na montagem e configuração de computadores. 2019. Tese de Doutorado.

FREIRE, Paulo. Educação e mudança. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979

GARDNER, Howard; CHEN, Jie-Qi; MORAN, Seana. Inteligências múltiplas. Penso Editora, 2009.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen et al. A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências: contribuições de Freire e Vygotsky. 2012.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 5, 2011.

GOMES, Maria João. Gerações de inovação tecnológica no ensino a distância. 2003.

JUNIOR, Fabri, et al. O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas. 2014.

LÉVY, P. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2003.

LOURENÇO, André E.; MIDORIKAWA, Edson T. Ensino de arquitetura de computadores utilizando simuladores completos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia-COBENGE. 2004.

MACHADO, A. R. An experience in advice for teaching and materials preparation for the teaching of writing at a university. DELTA., São Paulo, v. 16, n. 1, 2000.

MANCINI, ARYTA ALVES. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2005.

MENDES, CICERO SAMUEL RODRIGUES et al. Uma Abordagem Integrada de Hardware e Software para o Ensino de Organização e Arquitetura de Computadores. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2018. p. 1711.

MENESTRINA, Tatiana C.; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e tecnologia, v. 1, n. 2, 2008.

MENESTRINA, Tatiana C.; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e tecnologia, v. 1, n. 2, 2008.

MORAES, Júlia de Oliveira de; THEÓPHILO, Carlos R.. Evasão no ensino superior: estudo dos fatores causadores da evasão no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Disponível em: http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos32006/370 . Acesso em: jan. 2020.

MORAN, J. M. A educação de desejamos: Novos desafios e como chegar lá. Campinas, SP: Papirus, 2013

MORAN, José Manuel; VALENTE, José Armando. Educação a distância. Summus Editorial, 2015.

MORAN, José Manuel; VALENTE, José Armando. Educação a distância. Summus Editorial, 2015.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro et al. Contribuições do Arduíno no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro et al. Contribuições do Arduíno no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

PAZINATO, Ariane Mileidi et al. Estudo do processo de criatividade no uso da Robótica Educacional. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 13-23, 2016.

PAZETO, Tatiana Annoni; PRIETCH, Soraia Silva. Experiências e propostas de projetos interdisciplinares no projeto pedagógico de curso de licenciatura em computaçao. In: II Workshop de Licenciatura em Computaç ao (WLC)/SBIE. 2010.

PAZETO, Tatiana Annoni; PRIETCH, Soraia Silva. Experiências e propostas de projetos interdisciplinares no projeto pedagógico de curso de licenciatura em computaçao. In: II Workshop de Licenciatura em Computaç ao (WLC)/SBIE. 2010.

PAZINATO, Ariane Mileidi, et al. Estudo do processo de criatividade no uso da Robótica Educacional. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, 2016, 2.2: 13-23.

Prietch, Soraia S.; Pazeto, Tatiana A. (2010). “Estudo sobre a Evasão em um Curso de Licenciatura em Informática e Considerações para Melhorias”. VIII Workshop de Educação e Informática Bahia-Alagoas-Sergipe (WEIBASE), Maceió/AL.

SARAVALI, Eliane Giachetto. Dificuldades de aprendizagem no ensino superior: reflexões a partir da perspectiva piagetiana. ETD: Educaçao Temática Digital, v. 6, n. 2, p. 99-127, 2005.

SARAVALI, Eliane Giachetto. Dificuldades de aprendizagem no ensino superior: reflexões a partir da perspectiva piagetiana. ETD: Educaçao Temática Digital, v. 6, n. 2, p. 99-127, 2005.

SCHNEUWLY, B; DOLZ J, Gêneros orais e escritos na escola. Tradução e organização Roxane Rojo e Galís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

SCHONS, C., Primaz, E. e Wirth, G.A.P. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. Anais do I Workshop de Computação da Região Sul, 2004.

SOARES, L. (n.d). Simuladores e ferramentas educacionais no ensino de arquitetura de Computadores. UNESP – IBILCE.

SOBREIRA, Péricles de L. et al. Competiçao como uma técnica motivacional no ensino de arquitetura de computadores. In: Workshop sobre Educaçao em Arquitetura de Computadores-WEAC. sn, 2007.

SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

SOUZA, A. R. de; Paixão, A. C.; Uzêda, D. D.; Dias, M. A.; Duarte, Amorim, H. S. de. (2011). "A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC". Revista brasileira de Ensino de Física, V.33, n. 1, 10792.

STUDART, Regina Magna Bonifácio. A formação dos professores para a educação infantil: novos olhares. **Revista de EDUCAÇÃO do Cogeime**, v. 14, n. 27, p. 55-66, 2016.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; DA SILVA MORO, Eliane Lourdes; ESTABEL, Lizandra Brasil. O professor e os alunos como protagonistas na educação aberta e a distância mediada por computador. Educar em Revista, n. 21, p. 1-16, 2003.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; DA SILVA MORO, Eliane Lourdes; ESTABEL, Lizandra Brasil. O professor e os alunos como protagonistas na educação aberta e a distância mediada por computador. Educar em Revista, n. 21, p. 1-16, 2003.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR. http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.38645

VALENTE, J. A. MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. C. C. (Orgs.). Aprendizagem na era das tecnologias digitais. São Paulo: Cortez; FAPESP, p. 48-72, 2007.

VALENTE, J. A. TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO ENSINO SUPERIOR: USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NA GRADUAÇÃO / Technologies and Distance Education in Higher Education: use of active methodologies in an undergraduate course. Trabalho & Educação - ISSN 1516-9537 / e-ISSN 2238-037X, v. 28, n. 1, p. 97-113, 21 fev. 2019.

ZABALA, A. Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZEFERINO, Cesar Albenes et al. Um enfoque interdisciplinar no ensino de arquitetura de computadores. C. Martins, P. Navaux, R. Azevedo, S. Kofuji. Arquitetura de Computadores: educação, ensino e aprendizado, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Ambiente desenvolvimento da atividade

O ambiente deve dispor de mesas retas com pelo menos 1 metro de comprimento cada, ou bancadas, estas deverão possuir réguas de tomadas para alimentação do dispositivo, iluminação adequada e preferencialmente, mas não obrigatório um Datashow para o acompanhamento da atividade.

O quadro branco ou negro se faz obrigatório caso o ambiente não possua o Datashow.

Será necessário como descrito anteriormente pelo menos 1 computador para gravação no Arduíno.

A *internet* é opcional, uma vez que a aplicação pode estar pré-instalada na máquina, porém sua disponibilidade auxilia bastante no desenvolvimento da atividade.

Cadeiras podem ser dispostas, porém não são obrigatórias uma vez que os estudantes utilizem bancadas podendo estar de pé para a atividade.



Figura 11 - A Figura descreve um dos ambientes apropriados para o desenvolvimento da SD
Fonte: O Autor

A *SD* foi aplicada em laboratórios diferentes durante o experimento, sendo observado que no laboratório onde as bancadas são inteiras e revestidas de uma manta

de borracha para evitar energia eletroestáticas e possíveis curtos obtivemos um melhor resultado no que se refere a interação entre os estudantes.

Por estarem juntos em uma mesma mesa, foram colaborativos e ao final foi percebido que ao ajudar os demais grupos envolvidos, a participação foi mais intensa, o que foi visto como positivo ao se tratar de significância da atividade proposta.

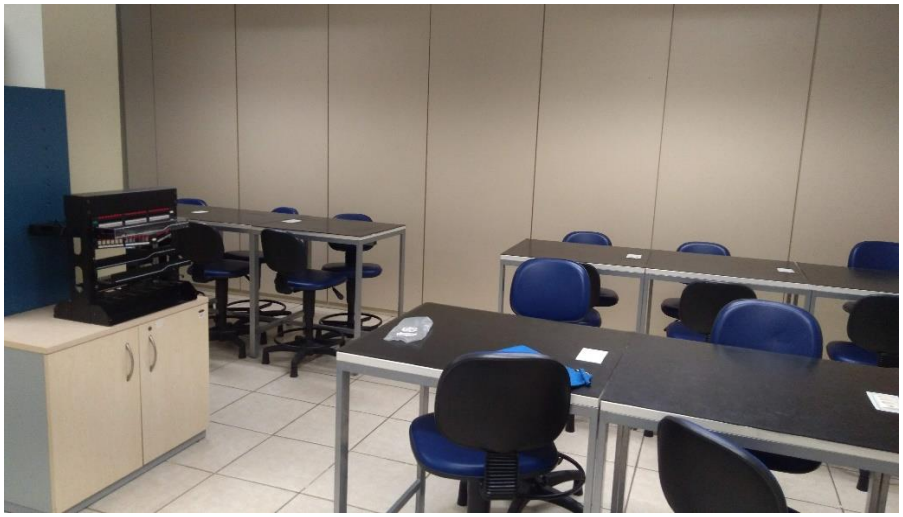


Figura 12 -. Laboratório utilizado para pratica da SD
Fonte: O Autor

A Figura 13 mostra alguns estudantes participando da montagem de um ambiente para prática da *SD*. Em vários momentos algumas atividades como a descrita foram desenvolvidas fora do horário da disciplina, tendo o estudando mostrado interesse na participação, mesmo fora do seu horário obrigatório. Esse fator é mais um indicativo do envolvimento que a atividade desenvolveu entre a disciplina e seus estudantes.



Figura 13 - A Figura. Montagem de um dos ambientes para a atividade de SD.
Fonte: O Autor

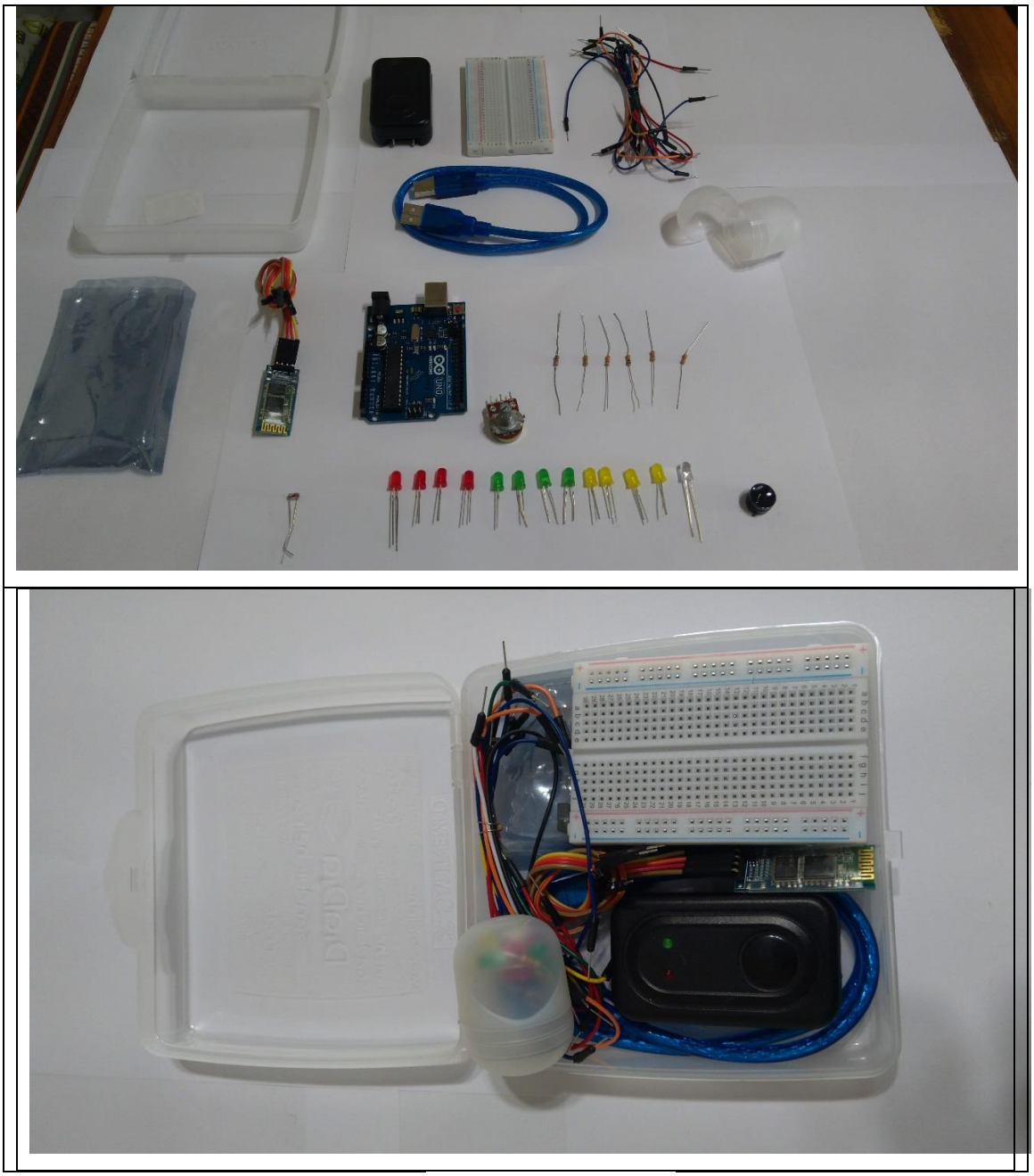
APÊNDICE B - Custo para implementação do laboratório Arduíno

Componente	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Arduino Uno,	1	50,00	50,00
Módulo HC-05,	1	60,00	60,00
Led vermelho,	4	4,00	16,00
Led amarelo,	4	4,00	16,00
Led verde,	4	4,00	16,00
Resistores de 330 Ohms, ¼ W, 5%,	3	1,00	3,00
Resistor de 1K Ohm, ¼ W, 5%,	1	1,00	1,00
Resistor de 1K5 Ohms, ¼ W, 5%,	1	1,00	1,00
Fonte de alimentação de 5 Volts cc / 1 A,	1	20,00	20,00
Protoboard de 830 furos	1	20,00	20,00
Cabos jumpers.	1 Kit (100)	10,00	10,00
Resistores de 10K Ohm, ¼ W, 5%	2	1,00	2,00
Led de Alto Brilho	1	5,00	5,00
Buzzer 5V / 07	1	5,00	5,00
Sensor LM35	1	15,00	15,00
LDR.	1	15,00	15,00
Cabo USB	1	10,00	10,00
Potenciômetro 10K Ohm	1	5,00	5,00
Caixinha Plástica para guardar Kit	1	5,00	5,00
		Total do KIT	275,00

Os valores estão expressos em moeda local Real. É uma estimativa onde cada *Kit* sai a R$ 275,00.

É interessante observar que para cada 4 estudantes deve ter um *Kit* disponível.

APÊNDICE C - Imagem do *Kit* Arduíno criado para aplicação da *SD*



Fonte: Próprio Autor

Tabela 11 - Descrição da Sequência Didática.

Sequência Didática: Utilização do Arduino para desenvolvimento de competências lógicas em estruturas computacionais. Instituição de Ensino: FEUC - Fundação Educacional Unificada Campograndense Professor(a) aplicador: Fabiano Machado de Araújo Duração da atividade: Duração de 20 horas aulas divididas em 03 atividades. [ ] Ensino Fundamental [ ] Ensino Médio [X] Ensino Superior Série ou Período: Segundo Período de 2019.1 e 2019.2
Conteúdos: Disciplinas envolvidas: Disciplina Arquitetura de Computadores
Recursos: A) Recursos materiais - Serão necessários quatro kits montados com os itens a seguir: 1 Arduino Uno, 1 módulo HC-05, 4 Leds vermelho, 4 Leds amarelo, 4 Leds verde, 3 resistores de 330 Ohms, ¼ W, 5%, 1 resistor de 1K Ohm, ¼ W, 5%, 1 resistor de 1K5 Ohms, ¼ W, 5%, 1 fonte de alimentação de 9 Volts cc / 1 A, 1 protoboard de 830 furos Cabos jumpers. 2 resistores de 10K Ohm, ¼ W, 5% 01x Led de Alto Brilho 01x Buzzer 5V / 07 01x Sensor LM35 01x LDR. 1 Fonte alimentação 5V para Arduino 1 Cabo USB para ligação do Arduíno ao PC 1 Potenciômetro 10K Ohm B) Organização da sala - O Ambiente deverá possuir pelo menos 1 Computador para a gravação da programação no Arduino. É desejável que para cada cinco estudantes exista pelo menos uma máquina disponível, porem essa situação não se torna obrigatória uma vez que ao ser gravado o Arduíno só precisa de uma fonte de energia para funcionar. Observação: Consta no apêndice a descrição dos materiais com valores de mercado aproximado para

montagem dos kits.

Objetivos Gerais da disciplina Arquitetura de Computadores

Princípios básicos de arquitetura e organização de computadores;

Sistemas numéricos. Bases: representações, conversões e operações. Aritmética binária: ponto fixo e ponto flutuante;

Organização de computadores (*Von Neuwmann*): memória, unidades centrais de processamento e dispositivos de entrada e saída;

Modos de endereçamento, conjunto de instruções. Barramento, comunicações, interfaces e periféricos;

Organização e tipos de memória;

Arquiteturas *RISC* e *CISC*;

Pipeline;

Paralelismo de baixa granularidade;

Multiprocessadores;

Multicomputadores;

Arquiteturas paralelas;

Reciclagem, lixo eletrônico e descarte inteligente;

Computadores alternativos.

Objetivos Específicos da Sequência Didática com Arduino:

Especificar e testar infraestrutura elétrica para suporte a hardware;

Converter e aplicar bases da matemática computacional e lógica digital;

Definir estrutura computacional (memória, registrador, barramento, ciclo de instrução;

Estruturar o hardware necessário para o funcionamento de um computador;

Desenvolver projetos com que utilize a estrutura microprocessada utilizando o Arduíno como ferramenta.

Atividade 1 - 4 horas (1 encontro)

A) Parte teórica

Especificar e testar infraestrutura elétrica para suporte a hardware;

Converter e aplicar bases da matemática computacional e lógica digital;

Portas lógicas;

Estruturar o hardware necessário para o funcionamento de um computador.

B) Parte Prática

Após uma explicação sobre tensão, corrente e voltagem, e definições atômicas para os componentes condutores e isolantes os estudantes precisaram:

Identificar na estrutura e documentação do Arduino suas características elétricas, alimentação e necessidade de potência;

Pegar no kit o cabo USB e a Fonte de alimentação e comparar as duas formas de alimentação;

Listar suas diferenças e comparar com uma fonte do Computador (PC);

Diferenciar da alimentação de uma tomada;

Identificar os elementos responsáveis por converter a alimentação AC da tomada em DC da fonte;

Alimentar o Arduíno;

Entender que componentes eletrônicos tem limitações elétricas, exemplo o *LED*;

Energizar o *LED* com o uso de um resistor, para evitar que queime;

Entender que o resistor reduz a energia para o *LED* não queimar;

Montar o circuito e acender o *LED*.

Atividade 2 – 8 Horas (2 encontros)

A) Parte teórica:

Definir uma estrutura computacional (processador, memória, registrador e barramento);

Definir boas práticas no manuseio de componentes computacionais;

B) Parte prática:

Para esta atividade foi criada a seguinte sequência didática que será aplicada após 50% da execução do curso pela necessidade de conhecimentos prévios de alguns procedimentos e dispositivos.

Identificar a memória do Arduino e comparar com a do PC (*RAM* e *ROM*), gravar uma programação no Arduíno e entender o funcionamento das *EEPROMs*;

Identificar o chip de processamento do Arduíno e comparar a de um computador, identificando características *CISC* e *RISC*, nesse exercício será montado o circuito Projeto Alarme onde o estudante vai fazer uma atividade com a protoboard. Nesse momento entenderá as funções gerais de barramento como via de comunicação (que posteriormente será identificado detalhadamente), entenderá o conceito de memória, processamento e chipset;

O estudante vai trabalhar a eletrônica analógica e digital, utilizando os componentes do projeto e configurando a programação do Arduíno para gerenciar os sinais emitidos pelo dispositivo.

Durante a prática o experimento vai tratar os cuidados de manuseio, energia eletroestática,

descarte verde, produção de resíduos, Será solicitada a programação do *Chip* pelo programa do Arduíno, trabalhando as capacidades de interação entre o hardware e o Software da máquina. O conceito de Sistemas operacionais, softwares embarcados serão resgatados durante a gravação na memória do Arduíno que compõe esta atividade.
Atividade 3 – 8 horas (2 encontros) A atividade deverá ser executada após 80% do curso de Arquitetura de Computadores. A sequência resgata todos os conhecimentos aplicados utilizando ainda tecnologia sem fio. A) Parte teórica: Arquitetura de processadores; Microcontroladores e barramentos. B) Parte prática: Integrar o Smartphone com o Arduino e tratar as diferentes estruturas e sistemas envolvidos; Configurar as alimentações elétricas e pinagem de dados de forma correta; Programar o Firmware do Arduíno; Configurar o Smartphone para se comunicar com o dispositivo via HC-05.

Tabela 12 – Questionário para os estudantes

Percepção dos estudantes após a aplicação da Sequência Didática e posterior avaliação dos conceitos adquiridos em avaliação formal da instituição. Este questionário de refere a uma pesquisa de Mestrado em Novas Tecnologias Digitais na Educação, da Unicarioca Rio Comprido. Você é convidado a participar de forma anônima e voluntária da mesma, para dar um parecer quanto a implementação de uma Sequência Didática na Disciplina Arquitetura de Computadores, com uso de Arduino, como ferramenta pedagógica. O presente documento é composto por 3 partes: A - Perfil do estudante, B - Avaliação da aplicação da Sequência Didática. Pesquisador responsável: Rodrigo José Penha Martins. Orientadora: Ana Paula Legey Desde já, agradeço sua participação.
A - Perfil do Estudante Esta etapa tem como objetivo levantar o perfil dos estudantes participantes. Gênero no qual se identifica? Feminino – Masculino – outros

Idade?

19 – 21 / 22 – 25 / 26 – 30 / mais de 31

Trabalha no contra turno de sua escolaridade?

Não - Sim, meio período - sim, período integral

Conhece a tecnologia Arduíno? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

Tem encontrado dificuldade nas disciplinas teóricas, sem laboratório? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique a resposta anterior. (Resposta discursiva)

B - Avaliação da aplicação da Sequência Didática.

Esta etapa tem como objetivo levantar as percepções voltadas à aplicação da SD, quanto a receptividade, motivação e aquisição de conteúdos.

Durante as atividades propostas pela SD, você se sentiu motivado a estar nas aulas e adquirir os conceitos trabalhados? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

Durante as atividades propostas pela SD, você conseguiu aprender os conceitos envolvidos de forma mais fácil ou acessível? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

Durante a avaliação formal da instituição, sentiu se mais seguro e assertivo quanto à verificação dos conceitos desenvolvidos na SD? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

Gostaria de ter mais aulas de disciplinas teóricas associadas à ferramentas tecnológicas como o Arduino? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

1 – 2 – 3 - 4 – 5

Justifique sua resposta anterior

(Resposta discursiva)

Obrigado por sua valorosa contribuição!

Tabela 13 – Avaliações formais – 1 e 2

Avaliação 1

1. Marque Certo (C) ou errado (E):

a. ( ) O Somatório de 10010010 + ABA $_{(16)}$ + 32 $_{(10)}$ + 25 $_{(8)}$ = B81
b. ( ) $(100100100)_2$ / A2 $_{(16)}$ = 1C6 $_{(16)}$
c. ( ) A conversão do valor FADA $_{(16)}$ para as demais bases são respectivamente: 64218 $_{(8)}$, 175332 $_{(10)}$ e 1111101011011010 $_{(2)}$
d. ( ) A soma dos binários: 100101 + 100110 + 1110010 + 1001101 = 532 $_{(10)}$
e. ( ) O valor 2310 $_{(10)}$ em Binário equivale a: 100100000110 $_{(2)}$

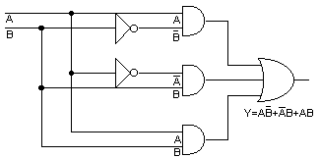
2. Explique:

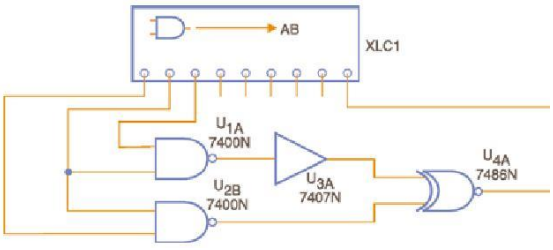
a. O que é SAS e como está sendo utilizado atualmente.
b. O que é energia eletroestática
c. Como deve ser preparada uma fonte ATX para ser medida fora de um gabinete. (Marque também as opções do multímetro)
d. Como localizar FASE e NEUTRO Com o Multímetro.

3. Cite as características dos componentes a seguir.:
a. USB 3.0 (3 características):
b. IEEE1394 (3 características):
c. Memórias EEPROM:
d. Memória PROM:
e. BIOS:

4. Cite as saídas lógicas para:

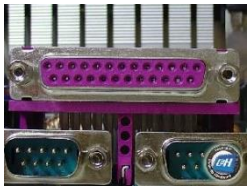
a. A = 1 e b = 1 b. Todas as entradas 0

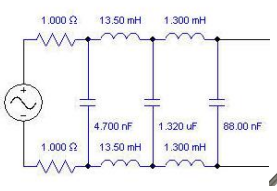


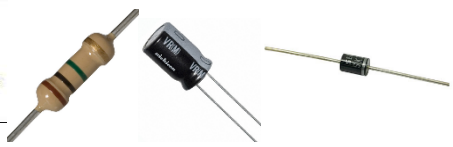


0

5. Identifique os componentes abaixo:

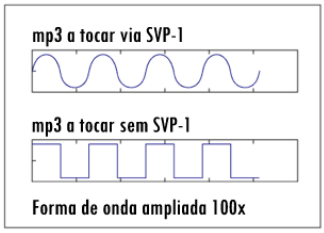




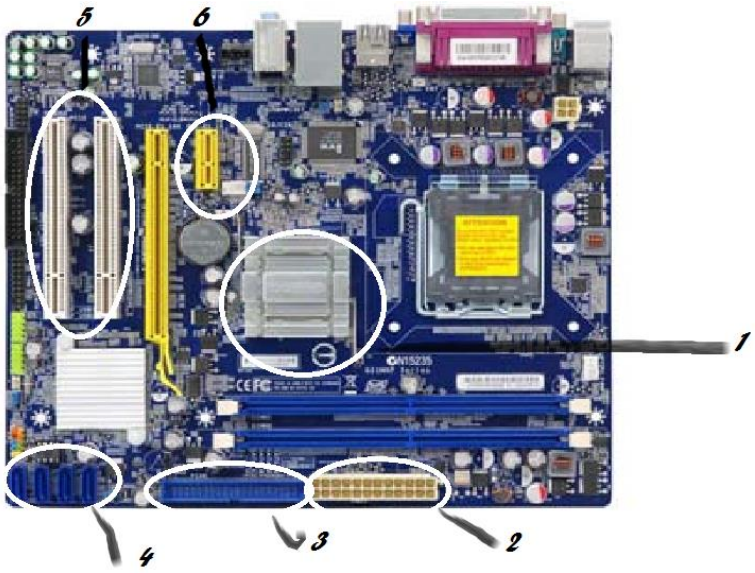


6. Explique as figuras e onde são aplicadas:

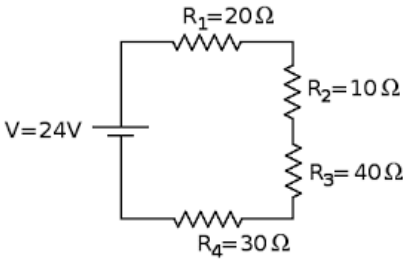




7. Explique a função das figuras a seguir:



8. Calcule o circuito a seguir: (Corrente e potência do Circuito)



9. Diferencie CISC e RISC

10. Desenvolva o esquema de um Subtrator completo.

Avaliação 2

1. Esquematize uma memória SRAM de dois bits, explicando detalhadamente os seus acessos para leitura e escrita.

2. Dado um projeto de sistemas operacionais genérico, defina suscinta- mente a funcionalidade dos seguintes blocos:

   (a) Processador de Comandos

   (b) Sistema de Arquivos

   (c) IOCS

   (d) Rotina de Tratamento de Interrupções

   (e) Spooler

   (f) Despachante

   (g) Escalonador

3. Com relação aos componentes eletrõnicos cite:

   (a) Capacitor

   (b) Led

   (c) Resistor

   (d) LDR

   (e) Transformador

4. Uma falha de cache é caracterizada por uma requisição de dados da cache que não pode ser atendida porque os dados não estão presen- tes na cache. Explique detalhadamente o controle do processador no tratamento de uma falha de cache.

5. Implemente o código de Hamming para a transmissão da seguinte palavra de 12 bits:

   1 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1

   Nota: Basta escrever a palavra a ser transmitida.

6. Por que um compilador poderia realizar a seguinte otimizacão?

   /* Antes */

```
for (j=0; j<20; j++) {  for(i=0;
i<20; i++){
x[i][j]=x[i][j]+1;}}
```

   /* Depois */

```
for (i=0; i<20; i++){
for(j=0; j<20; j++){
x[i][j]=x[i][j]+1;}}
```

7. Um computador possui 16 páginas de espaço de endereçamento vir- tual, mas apenas 4 páginas físicas. Inicialmente, a memória física está vazia. Um programa referencia as páginas virtuais na ordem: $0 - 2 - 4 - 5 - 2 - 4 - 3 - 11 - 2 - 10$

   (a) Quais referências causam uma PAGE FAULT com a política de reposição de página LRU (less recently used)?

(b) Quais referências causam uma PAGE FAULT com a política de reposição de página FIFO(First-In First-Out)?

8. Com relação à organização da memória cache, quantos bits no total são necessários para uma cache diretamente mapeada com 32 KBytes de dados e blocos de 8 palavras, considerando um endereço de 32 bits?

9. Descreva os componentes de um computador, explicando detalhadamente seu funcionamento.

10. Desenvolva um esquema eletrônico que permita interação de um software com o Hardware, descreva os resultados dos comandos e suas interações.

Tabela 14 – Questionário para os professores

Percepção de Professores Universitários de Tecnologia da Informação Este questionário de refere a uma pesquisa de Mestrado em Novas Tecnologias Digitais na Educação, da Unicarioca Rio Comprido. Você é convidado a participar de forma anônima e voluntária da mesma, para dar um parecer quanto a implementação de uma Sequência Didática na Disciplina Arquitetura de Computadores, com uso de Arduino, como ferramenta pedagógica. O presente documento é composto por 3 partes: A - Perfil do docente, B - Apresentação da Sequência Didática, C - Avaliação da Sequência Didática. Pesquisador responsável: Rodrigo José Penha Martins. Orientadores: Ana Paula Legey e Antônio Carlos Mol Desde já, agradeço sua participação.
A - Perfil Docente O Objetivo desta seção é ide identificar características docentes que auxiliem na validação da SD utilizada na pesquisa. Gênero no qual se identifica? Feminino – Masculino – outros Tempo de atuação? 01 - 05 anos/ 06 - 10 anos/ 11 - 15 anos/ 16 - 20 anos/ mais de 20 anos Formação atual? Graduação - Pós-Graduação – Especialização – Mestrado – Doutorado - Pós-Doutorado Atua na rede: Pública – Privada - Pública e Privada Responda de 1 (muito pouco) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Tem ciência dos pré-requisitos que enquadram a Faculdade na qual atua no ENADE?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Considera que os conteúdos trabalhados na disciplina de Arquitetura de Computadores apresentam nível de dificuldade elevado, de modo que geralmente os estudantes apresentam certa tribulação nos processos de aprendizagem?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Conhece a tecnologia Arduíno?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

B - Descrição da Sequência Didática

Nesta seção não há perguntas, apenas a apresentação da SD construída.

A presente SD aborda alguns dos conteúdos do currículo da disciplina de Arquitetura de Computadores.

C - Avaliação da SD

Este trecho é a sua percepção a respeito da SD. Aqui as perguntas serão objetivas e discursivas.

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Conseguiu correlacionar as etapas da SD aos conteúdos propostos na mesma, que fazem parte da disciplina Arquitetura de computadores?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique sua resposta anterior.
(resposta discursiva)

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Acredita que a SD possa ser capaz de motivar os estudantes, melhorando a receptividade dos conteúdos?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique sua resposta anterior.
(resposta discursiva)

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Acredita que a SD seja capaz de apresentar os conteúdos de um modo a minimizar as dificuldades nos processos de aprendizagem dos conteúdos da disciplina Arquitetura de Computadores.
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique sua resposta anterior.
(resposta discursiva)

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Você teria dificuldade de implementar esta SD na Universidade na qual atua?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique sua resposta anterior.
(resposta discursiva)

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância. Você utilizaria esta SD para ministrar as aulas de Arquitetura de Computadores na qual os conteúdos são abordados pela mesma?
1 – 2 – 3 – 4 – 5

Justifique sua resposta anterior.
(resposta discursiva)

Obrigado por sua contribuição!



"Às vezes são as pessoas que menos imaginamos, que fazem as coisas que ninguém pode imaginar."
Alan Turing

APÊNDICE D - Roteiros da *SD*

Atividade 1:

Neste experimento, o estudante vai ligar/desligar um *LED*.

Fazer a conexão do *LED* no Pino 13 (*LID* maior) e a outra no neutro (*LID* menor).

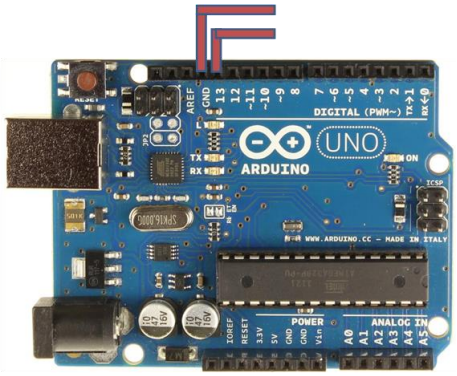


Figura 14 - Placa Arduino, Fonte: Autor

Conectar o *LED* através de um resistor (tipicamente 200 / 470 ohms) no pino 13 do Arduíno, a diferença no valor do resistor implica na carga que será aplicada ao Led, em consequência seu brilho será mais forte ou fraco.

A Figura 15 mostra a montagem da *Protoboard* com o *LED* e o resistor conectados, está sendo utilizado um resistor de 1K ohms.

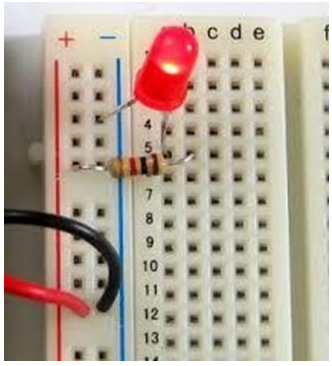


Figura 15 - Montagem da Protoboard com um Led e um resistor para o experimento inicial Fonte autor

.

Para essa atividade, abrir o *IDE (Integrated Development Environment)* do Arduino e no campo de programação desenvolver o código descrito na atividade.:

```
void setup()
{
// Configura o pino d13 como saída para alimentação do Led;
pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop()
{
// Configura o pino 13 como HIGH
digitalWrite(13, HIGH);

// Espera 1000 ms (1 segundo)
delay(1000);
// Configura o pino 13 como LOW
digitalWrite(13, LOW);
// Espera 1000 ms (1 segundo)
delay(1000);
}
```

Roteiro da atividade 2

Componentes:

2 (dois) Leds Verdes + 2 (dois) Leds Amarelos + 2 (dois) Leds Vermelhos + 1 (um) sensor de luminosidade LDR (Light Dependent Resistor) + 1 (um) sensor de temperatura LM35 + 1 (um) Led (Light Emitting Diode) Alto Brilho + 1 (um) buzzer.

Descrição: Nesta SD serão trabalhados dois indicadores: um de luminosidade e outro de temperatura, através das cores dos leds.

Se a temperatura estiver alta deverá acender os três Leds. Se os três Leds correspondentes à luminosidade estiverem apagados indica uma falta total de luminosidade no ambiente, então um alarme deverá soar e um led de alto brilho irá acender.

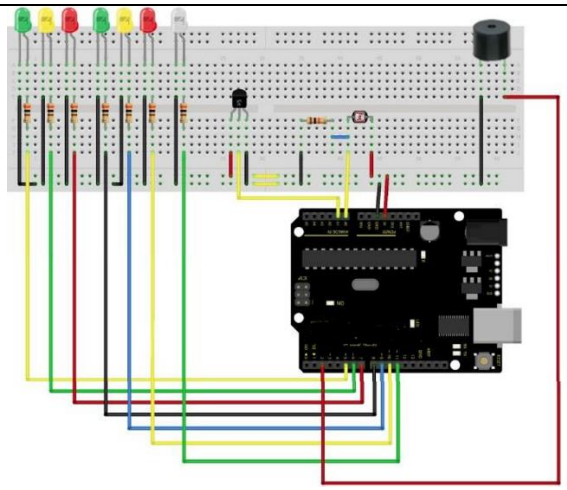


Figura 16 – Fonte: https://www.robocore.net/loja/kits?gclid=Cj0KCQjw6sHzBRCbARIsAF8FMpVloVcuaD0F6A74faoIn20Z7KNDW7aOhrd4ZspweKGNENTcSTxaNxUaAq02EALw_wcB

Para este complexo sistema, o circuito montado deve parecer com o seguinte:

A - Componentes utilizados:

02x Led Verde

02x Led Amarelo

02x Led Vermelho

01x Led de Alto Brilho

01x Buzzer 5V / 07

Resistor 300 ohm

01x Resistor 10k ohm

01x LM35

01x LDR / cabos diversos.

B - O Código:

```
const int LDR = 0; const int LM35= 1; const int Buzzer = 2; const int led[] = { 5,6,7,8,9,10,11};
int ValorLDR = 0; int ADClido = 0;
float temperatura = 0; int pwm = 0;
void setup(){
for(int x = 0; x < 7 ; x++){ pinMode(led[x], OUTPUT);
}
```

```
        pinMode(Buzzer,OUTPUT);
        }
        void loop(){
        ValorLDR = analogRead(LDR); ADClido = analogRead(LM35); temperatura =
ADClido * 0.48828125; if (temperatura > 20.00){ digitalWrite(led[0], HIGH);
        }

        else{
        digitalWrite(led[0], LOW);
        }
if (temperatura > 22.00){ digitalWrite(led[1], HIGH);
}
        else{
        digitalWrite(led[1], LOW);
        }
        if (temperatura > 24.00){ digitalWrite(led[2], HIGH);
        }
        else{
        digitalWrite(led[2], LOW);
        }
        if (ValorLDR > 500){ digitalWrite(led[5], HIGH);
        }
        else{
        digitalWrite(led[5], LOW);
        }
        if (ValorLDR > 400){ digitalWrite(led[4], HIGH);
        }

        else{
        digitalWrite(led[4], LOW);
        }
        if (ValorLDR > 350){ digitalWrite(led[3], HIGH); digitalWrite(led[6], LOW);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);
```

```
}
else{
digitalWrite(led[3], LOW); digitalWrite(led[6], HIGH); digitalWrite(Buzzer, HIGH);
}
}
```

Roteiro da atividade 3

Projeto 3 – Integrando dispositivos digitais e tecnologias atuais.

Serão utilizados três *LED* s identificados como *LED* Verde, *LED* Amarelo e *LED* Vermelho.

O objetivo desse projeto é ligar e desligar esses *LED* s através de comandos executados no smartphone (celular). O módulo HC-05 será utilizado para fazer a conexão via *Bluetooth* do smartphone com o Arduino.

É fato que a comunicação do celular com o Arduino desafia o estudante a entender como funciona todo esse mecanismo, criando um ambiente de praticidade e curiosidade, fazendo com que temas como comunicação de dados e controle sejam praticada de forma lúdica.

O projeto que vamos desenvolver possui a seguinte lista de componentes:

1 Arduino Uno,

1 módulo HC-05,

1 Led vermelho,

1 Led amarelo,

1 Led verde,

3 resistores de 330 Ohms, ¼ W, 5%,

1 resistor de 1K Ohm, ¼ W, 5%,

1 resistor de 1K5 Ohms, ¼ W, 5%,

1 fonte de alimentação de 9 Volts cc / 1 A,

1 protoboard de 830 furos

Cabos jumpers.

A sequência de ligação será a seguinte:

HC-05: Vcc no Vcc do Arduino,

GND no *GND* do Arduino,

TX do HC-05 no *RX* do Arduino e *RX* do HC-05 no divisor resistivo e deste para o TX do Arduino.

LED verde: O anodo do *LED* verde é ligado ao pino digital 2 do Arduino.

LED amarelo: O anodo do *LED* amarelo é ligado ao pino digital 3 do Arduino.

LED vermelho: O anodo do *LED* vermelho é ligado ao pino digital 4 do Arduino.

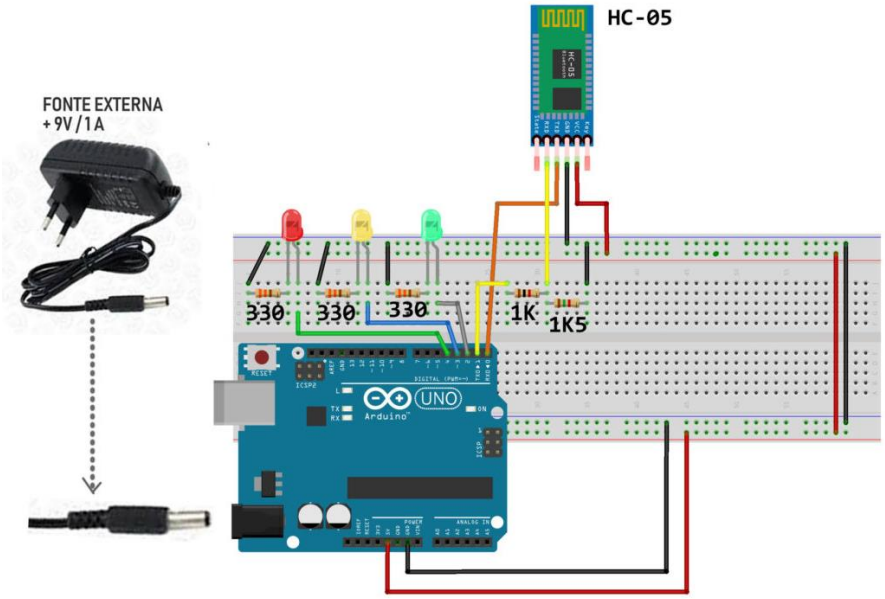


Figura 17 - Figura mostra a utilização de dispositivo para integração do Arduino ao Smartphone
Fonte: O Autor.

Para carregar o sketch monte cuidadosamente o seu projeto, deixando DESLIGADO a alimentação do módulo HC-05. Com isso, o módulo HC-05 fica inativo. A comunicação serial do computador PC com a Arduino e a comunicação serial do Arduino com o modulo HC-05 usa a mesma interface serial, nos pinos 0 e 1 do Arduino. Nessa etapa a fonte de alimentação externa deve estar desconectada do Arduino.

Uma vez carregado o *sketch* desligue o cabo *USB*, ligue a alimentação do módulo HC-05 e a fonte de alimentação externa. O circuito deve operar com uma fonte de alimentação externa.

Será necessário carregar um aplicativo no smartphone para fazer a conexão

deste com o Arduino através do módulo HC-05. O *Bluetooth SSP* é o aplicativo que será utilizado nesse projeto por ser gratuito e facilmente localizado no *Google Play*.

Depois de baixar o aplicativo no seu smartphone e com o projeto ligado na fonte externa, abra a tela do seu smartphone na opção de ativação do *Bluetooth*. Recomendo seguir as instruções sobre pareamento que estão descritas no artigo "Umidade, Temperatura e Presença no seu *Smartphone*", previamente mencionado. Passada essa etapa, entre no aplicativo *Bluetooth SPP* e selecione a opção com símbolo do *Bluetooth* (no canto direito superior da tela do smartphone) para fazer a conexão do HC-05 (já pareado) com o smartphone.

Como pode ser visto na tela do smartphone, você poderá selecionar 3 modos de operação: Modo Terminal, Modo Control e Modo *On-Off*.

Modo Terminal – os dados presentes na interface serial do Arduino serão mostrados na tela do smartphone.

Modo de Controle – a tela mostrada na Figura 27 contém botões de comando para os quais podem ser atribuídos valores. Esses valores são caracteres!



Figura 18 - Mostra o painel de controle para dispositivos BlueTooth,
Fonte: O Autor

Para atribuir um valor para um botão de comando basta selecionar "Configuração de Controle", ou como está escrito em espanhol, "*Configuracion del Control*".

Existem valores default (previamente carregados) para cada botão de controle e

para mudar o valor default de um determinado botão basta selecionar este botão e digitar o caractere desejado.

O *sketch* carregado no Arduino deverá interrogar se o caractere que corresponde a um determinado botão foi lido na interface serial, via *Bluetooth*, e realizar a tomada de decisão. Isso será visto em detalhe nos comentários sobre o código do presente projeto.

Modo *On-Off* – a tela mostrada na figura 3 contém botões de comando para os quais podem ser atribuídos valores. Esses valores são caracteres!

O sketch inicia estabelecendo os pinos do Arduino que estão ligados aos *LEDs*, através de …

```
int ledVerde = 2;
int ledAmarelo = 3;
int ledVermelho = 4;
```

… e a declaração que a variável de nome caracter é do tipo *char*, ou seja, é do tipo caractere, com a instrução char caracter.

No *setup()* a comunicação serial é iniciada com a instrução *Serial.begin* (9600) e, em seguida, os pinos do Arduíno ligados aos *LEDs* são definidos como saídas, através de:

```
pinMode(ledVerde,OUTPUT) ;
pinMode(ledAmarelo,OUTPUT) ;
pinMode(ledVermelho,OUTPUT) ;
```

No loop() o sketch interroga se a porta serial está disponível através de if(Serial.available()). Se sim, a variável ca-racter é igual a leitura na porta serial, através de caracter = Serial.read(). A próxima instrução imprime na porta serial a mensagem “Recebi os dados;” – Serial.print(“Recebi os dados;”) – e o valor do caracter recebido – Serial.println(caracter).

Portanto, toda vez que um caractere é digitado no smartphone, este caracter será lido no Arduino, desde que o dispositivo *Bluetooth HC-05* esteja pareado e conectado.

O *sketch* então prossegue interrogando que caractere foi lido. Se o caractere lido foi igual a ‘A’ – if(caracter == ‘A’) – então escreva nível lógico alto no pino do Led verde – digitalWrite(ledVerde,HIGH). O mesmo procedimento foi feito para o Led amarelo e o Led vermelho.

Finalmente, o sketch interroga se o caractere lido é igual a 'D', através de if(caracter == 'D'). Se isso é verdade, então todos os *LEDs* são apagados, através de …

digitalWrite(ledVerde,LOW);

digitalWrite(ledAmarelo,LOW);

digitalWrite(ledVermelho,LOW);

As ações programadas para cada carácter relacionado a um botão de comando são as seguintes: A para ligar o Led verde, B para ligar o Led amarelo, C para ligar o Led vermelho e D para desligar todos os *LEDs*.

Programação:

```
// Acende e apaga LEDs com Bluetooth do Smartphone
// Usa modulo HC-05 ligado nos pinos ...
// ... 0 (RX) e 1 (TX) do Arduino
// Carregue o sketch no Arduino com ...
// ... a alimentação +5 V do HC-05 desligada
// Com o sketch carregado no Arduino ...
// use uma fonte de alimentação externa
// Leds ligados aos pinos digitais 2, 3 e 4 do Arduino
int ledVerde = 2;
int ledAmarelo = 3;
int ledVermelho = 4;

//Declara variavel que armazenará letras/números
// para acionamento do Led
char caracter;

void setup() {
// Velocidade da porta serial
Serial.begin(9600);
// Configuração como pino de saida
pinMode(ledVerde,OUTPUT) ;
pinMode(ledAmarelo,OUTPUT) ;
pinMode(ledVermelho,OUTPUT) ;
}
```

```
void loop() {
// Pergunta se porta serial esta disponível
// Como o modulo HC-05 esta ligado na porta serial, ...
// eh o mesmo que perguntar se o bluetooth esta disponível
   if(Serial.available())
caracter = Serial.read();
Serial.print("Recebi os dados;");
Serial.println(caracter);

// Liga e desliga o Led quando tecla ...
// ... eh pressionado no smartphone
     if(caracter == 'A')
  {
 digitalWrite(ledVerde,HIGH);
   }
        if(caracter == 'B')
  {
         digitalWrite(ledAmarelo,HIGH);
   }

        if(caracter == 'C')
        {
         digitalWrite(ledVermelho,HIGH);
       }
         if(caracter == 'D')
        {
         digitalWrite(ledVerde,LOW);
         digitalWrite(ledAmarelo,LOW);
         digitalWrite(ledVermelho,LOW);
          }
          {
```

Tabela de Notas na disciplina Arquitetura de Computadores, a Faculdade utiliza como marcador de média positiva o valor maior ou igual a 7.0.

Tabela com notas 2018.1

Turma Redes de Computadores - Período 2018.1	Média em Arquitetura de Computadores. Sem aplicação da SD
Ordem de classificação por média final.	Classificação crescente.
Estudante 1	3.0
Estudante 2	3.0
Estudante 3	3,0
Estudante 4	4.0
Estudante 5	4.0
Estudante 6	4.2
Estudante 7	4.2
Estudante 8	4.8
Estudante 9	5.0
Estudante 10	5.0
Estudante 11	5,0
Estudante 12	5.6
Estudante 13	5.6
Estudante 14	5.6
Estudante 15	6.0
Estudante 16	6.0
Estudante 17	7.0
Estudante 18	7.0
Estudante 19	7.0
Estudante 20	7.2
Estudante 21	7.2
Estudante 22	7.4
Estudante 23	8.0
Estudante 24	8.0
Estudante 25	8.0
Estudante 26	9.0

Tabela com notas 2018.2

Turma Redes de Computadores - Período 2018.2	Média em Arquitetura de Computadores. (Sem aplicação da SD)
Ordem de classificação por média final.	Classificação crescente.
Estudante 1	4.0
Estudante 2	4.0
Estudante 3	4.0
Estudante 4	4.4
Estudante 5	5.0
Estudante 6	5.0
Estudante 7	5.6
Estudante 8	6.0
Estudante 9	6.0
Estudante 10	6.2
Estudante 11	6.2
Estudante 12	6.8
Estudante 13	6.8
Estudante 14	7.0
Estudante 15	7.0
Estudante 16	7.0
Estudante 17	7.0
Estudante 18	7.0
Estudante 19	8.0
Estudante 20	8.0
Estudante 21	8.0
Estudante 22	8.2

Tabela com notas 2019.1

Turma Redes de Computadores - Período 2019.1	Média em Arquitetura de Computadores. (Com aplicação da SD)
Ordem de classificação por média final.	Classificação crescente.
Estudante 1	2.8
Estudante 2	4.0
Estudante 3	4.8
Estudante 4	5.0
Estudante 5	5.0
Estudante 6	5.2
Estudante 7	7.0
Estudante 8	7.0
Estudante 9	7.0
Estudante 10	7.4
Estudante 11	7.8
Estudante 12	8.0
Estudante 13	8.0
Estudante 14	8.2
Estudante 15	8.4
Estudante 16	8.4
Estudante 17	8.4
Estudante 18	8.6
Estudante 19	8.6
Estudante 20	8.8
Estudante 21	9.0
Estudante 22	9.0
Estudante 23	9.2
Estudante 24	10.0
Estudante 25	10.0

Tabela com notas 2019.2

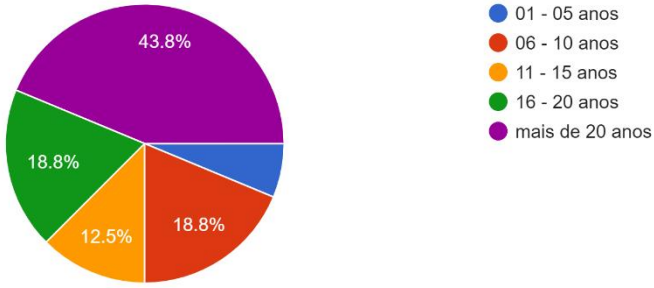
Turma Redes de Computadores - Período 2019.2	Média em Arquitetura de Computadores. (Com aplicação da SD)
Ordem de classificação por média final.	Classificação crescente.
Estudante 1	4.0
Estudante 2	5.0
Estudante 3	5.0
Estudante 4	5.8
Estudante 5	6.0
Estudante 6	6.5
Estudante 7	6.8
Estudante 8	7.0
Estudante 9	7.0
Estudante 10	7.0
Estudante 11	7.2
Estudante 12	7.2
Estudante 13	7.4
Estudante 14	7.4
Estudante 15	7.8
Estudante 16	8.0
Estudante 17	8.0
Estudante 18	8.0
Estudante 19	9.0
Estudante 20	9.0
Estudante 21	9.2
Estudante 22	9.6
Estudante 23	10.0
Estudante 24	10.0
Estudante 25	10.0

Gráficos relacionados a pesquisa com professores via *Google Forms*

Percepção de Professores Universitários de Tecnologia da Informação:

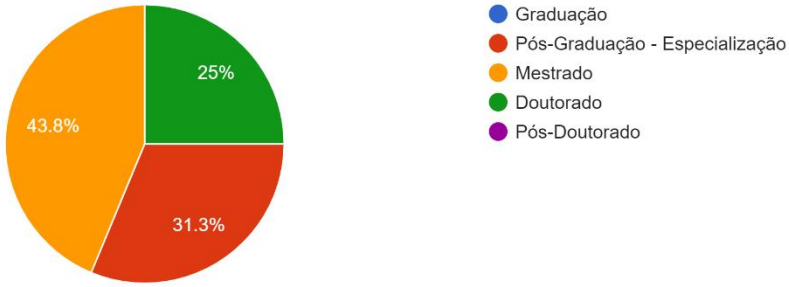
Tempo de atuação?

16 responses



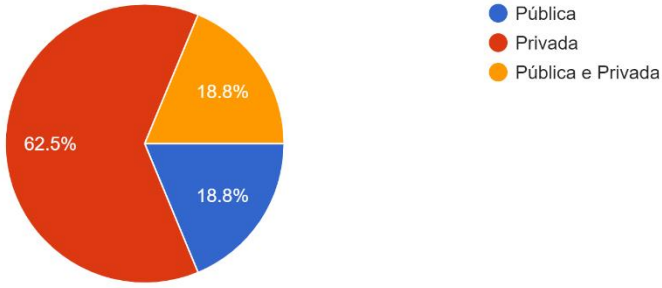
Formação atual?

16 responses



Atua na rede:

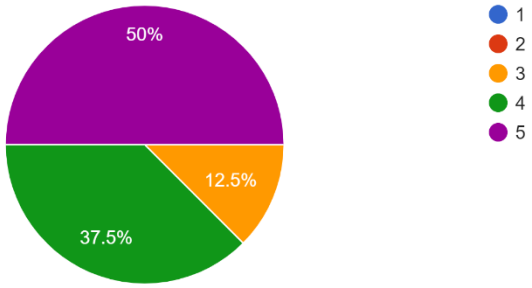
16 responses



Responda de 1 (muito pouco) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Tem ciência dos pré-requisitos que enquadram a Faculdade na qual atua no ENADE?

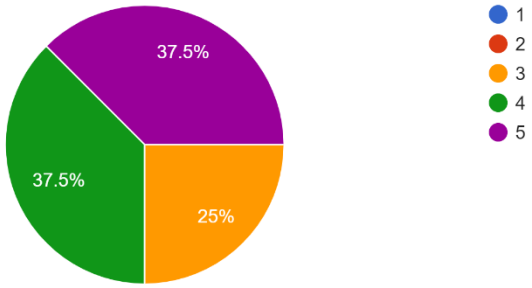
16 responses



Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Considera que os conteúdos trabalhados na disci... certa tribulação nos processos de aprendizagem?

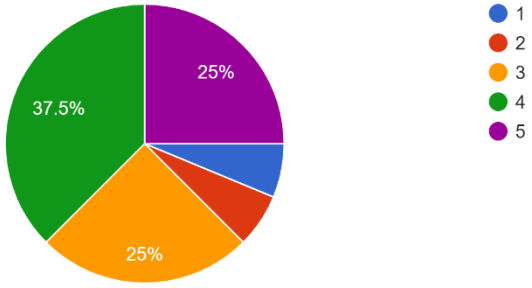
16 responses



Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Conhece a tecnologia Arduíno?

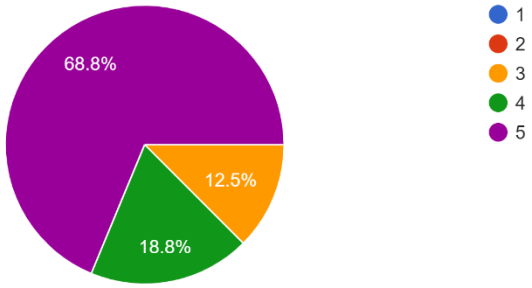
16 responses



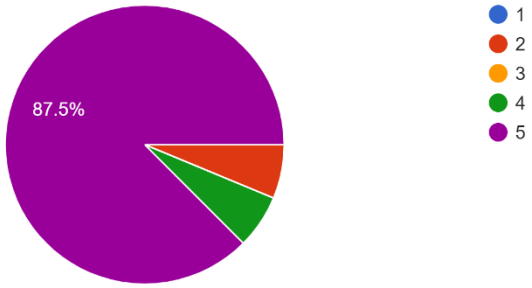
Alguns itens após colagem do Google Formulário reduziram sua escrita, segue abaixo a descrição do item resumido, na sequência de leitura do primeiro ao último.

Disciplina Arquitetura e Organização de Computadores.

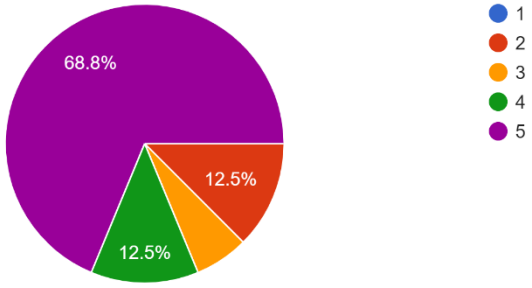
Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.
Conseguiu correlacionar as etapas da SD aos cont...parte da disciplina Arquitetura de computadores?
16 responses



Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.
Acredita que a SD possa ser capaz de motivar os...ntes, melhorando a receptividade dos conteúdos?
16 responses



Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.
Acredita que a SD seja capaz de aprese...onteúdos da disciplina Arquitetura de Computadores.
16 responses



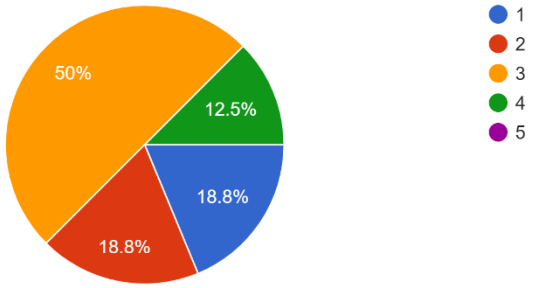
Alguns itens após colagem do Google Formulário reduziram sua escrita, segue abaixo a descrição do item resumido, na sequência de leitura do primeiro ao último.

Conteúdos relacionados, motivar os estudantes e apresentar os conteúdos.

Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Você teria dificuldade de implementar esta SD na Universidade na qual atua?

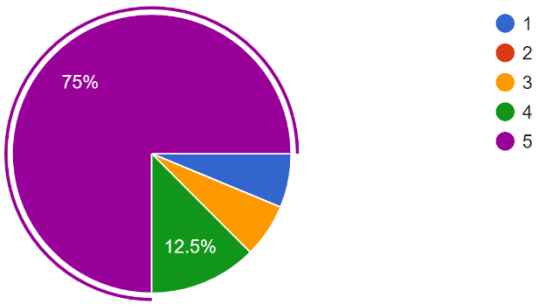
16 responses



Responda de 1 (nada) a 5 (plenamente) para nível de concordância.

Você utilizaria esta SD para ministra...dores na qual os conteúdos são abordados pela mesma?

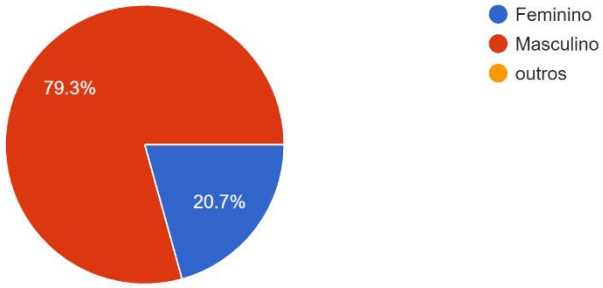
16 responses



Percepção dos estudantes Universitários de Tecnologia da Informação:

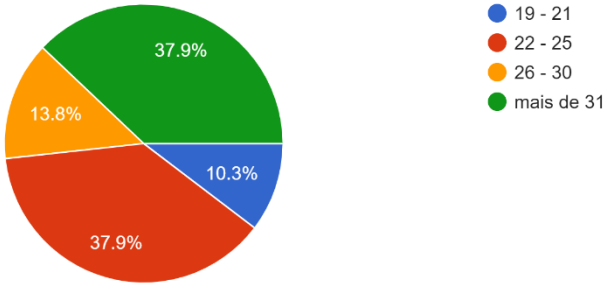
Gênero no qual se identifica?

29 responses



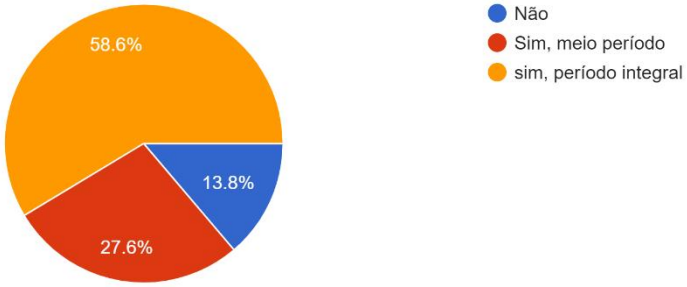
Idade?

29 responses



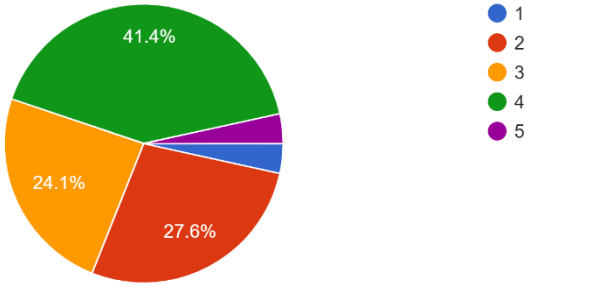
Trabalha no contra turno de sua escolaridade?

29 responses



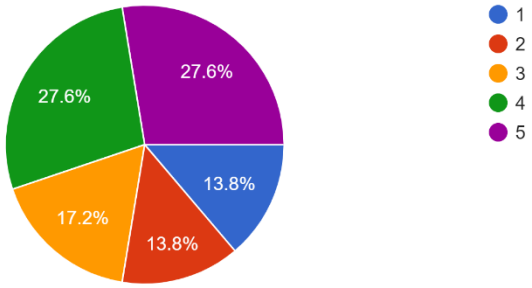
Conhece a tecnologia Arduíno? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



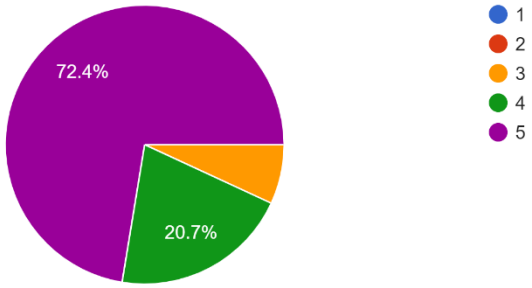
Tem encontrado dificuldade nas disciplinas teóricas, sem laboratório? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



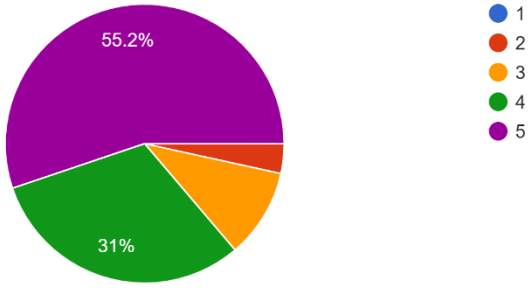
Durante as atividades propostas pela SD, você se sentiu motivado a estar nas aulas e adquirir os conceitos trabalhados? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



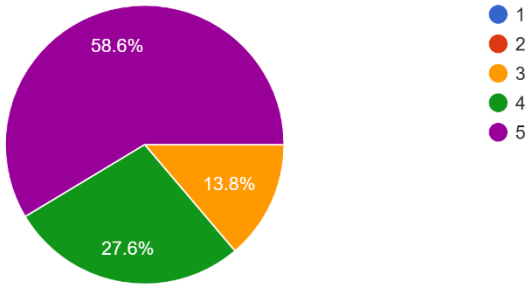
Durante as atividades propostas pela SD, você conseguiu aprender os conceitos envolvidos de forma mais fácil ou acessível? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



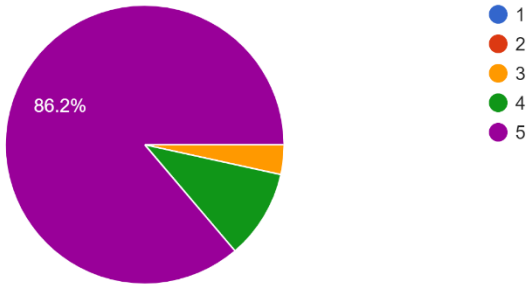
Durante a avaliação formal da instituição, sentiu se mais seguro e assertivo quanto à verificação dos conceitos desenvolvidos na SD? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



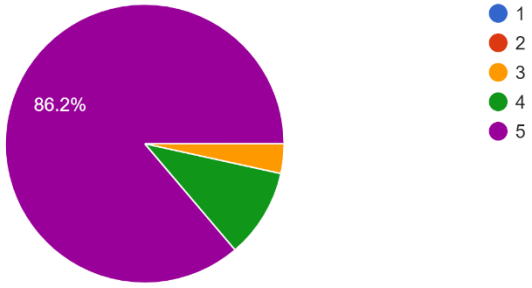
Gostaria de ter mais aulas de disciplinas teóricas associadas à ferramentas tecnológicas como o Arduino? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



Gostaria de ter mais aulas de disciplinas teóricas associadas à ferramentas tecnológicas como o Arduino? (marque de 1 a 5, sendo 1 nenhuma e 5 muita)

29 responses



ANEXOS

ANEXO A - Arquitetura de Computadores

O termo arquitetura de computadores refere-se às características existentes em um projeto de máquina para executar as tarefas escritas em alguma linguagem de programação (estudo das máquinas que executam programas, ou seja computadores). O conhecimento desta área é fundamental não apenas para aqueles que vão projetar novos computadores, mas também para aqueles que os utilizarão.

O conhecimento dos princípios básicos de funcionamento dos computadores e da tecnologia embutida nestes permite um uso mais eficiente dos recursos e a determinação das classes de problemas que podem ser solucionadas com a tecnologia presente. O projeto de um computador envolve vários aspectos incluindo:

a) Conjunto de instruções
b) Organização funcional
c) Projeto lógico
d) Implementação

O projeto da arquitetura visa otimizar uma máquina ao longo destes níveis. O conjunto de instruções é aquilo que é visível ao programador (ou compilador) no desenvolvimento dos programas.

Define as várias formas de endereçamento dos dados, capacidades específicas para manipulação para algumas estruturas de dados e as instruções que podem compor um determinado programa. O conjunto de instruções forma a linha limite entre o hardware e o software, sendo necessário o conhecimento sobre software básico para o projeto de hardware. A especificidade de um determinado conjunto de instruções pode gerar máquinas otimizadas a processar um determinado tipo específico de problema.

A organização funcional provê os blocos materiais necessários à interpretação e execução do conjunto de instruções. Classicamente um processador é dividido em Unidade de Controle, Fluxo de dados e Sistema de memória. Cabe ressaltar que embora esta divisão de funções seja muito utilizada, não é o único particionamento funcional possível de ser utilizado. Inclui os aspectos de alto nível no projeto de computadores, como o sistema de memória, as estruturas de barramentos e comunicação com

periféricos e as características internas da unidade central de processamento. Técnicas utilizadas como buferização de instruções, pipeline e outras estão aqui incluídas. Na organização funcional estão também o princípio de funcionamento dos diversos periféricos e da sua comunicação com a unidade de processamento. (Inclui-se aqui os tratadores de interrupções, Acesso direto à memória e outras formas de aquisição de dados externos à unidade central de processamento).

O projeto lógico refere-se ao projeto dos diversos elementos funcionais em lógica digital, como as operações aritméticas (Unidades lógica e aritmética) e sistemas algorítmicos que ficam embutidos no processador (como tratamento de interrupções) e dos diversos elementos componentes do processador, memória e periféricos. Elementos da álgebra de conjuntos, em especial a álgebra booleana e técnicas de projeto lógico e otimização estão aqui incluídos. Técnicas de síntese automática pertencem a este domínio, e uma ideia das mesmas contribui para a compreensão da rapidez de projeto e das novas implementações que aparecem no mercado. Para as unidades de controle, as técnicas de interpretação em níveis estão aqui incluídas, como controladores condicionais, VLIW, e microprogramação clássica entre outros.

A implementação contempla projetos de circuitos integrados, nas mais diversas tecnologias, consideração de potência, encapsulamento e geração de protótipos. A implementação faz a interface com a área de engenharia elétrica, geradora das tecnologias que permitem esta implementação. A otimização de uma arquitetura requer familiaridade com técnicas de áreas específicas, como a avaliação de desempenho, sistemas operacionais, técnicas e sistemas digitais e concepção de circuitos.