



Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação

Ricardo Batista Rodrigues



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

Recife - PE
2016

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
Este caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Recife e a Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco – IFPE

Reitor
Anália Keila Rodrigues Ribeiro/IFPE

Diretor Geral
Fernanda Maria Dornellas Câmara/IFPE

Coordenação Institucional
Fabiola Nascimento dos Santos Paes/IFPE
Fábia Gonçalves de Melo Torres/IFPE

Coordenação de Curso
Leandro Marques Queirós/IFPE

Professor-autor
Ricardo Batista Rodrigues/IFPE

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Elisiane Bortoluzzi Scrimini/CTISM
Jaqueline Müller/CTISM

Revisão Textual
Carlos Frederico Ruviano/CTISM
Tagiane Mai/CTISM

Revisão Técnica
Juçara Saete Gubiani/CTISM

Ilustração
Marcel Santos Jacques/CTISM
Matheus Pacheco Cunegato/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Emanuelle Shaiane da Rosa/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Graziella da Silva Moura/CRB: 1862

R696n RODRIGUES, Ricardo Batista.
Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação / Ricardo
Batista Rodrigues. – Recife: IFPE, 2016.
86 p. : il.

Inclui bibliografia
Rede e-Tec Brasil

ISBN: 978-85-9450-008-3

1. Inteligência artificial. 2. Tecnologia da informação.
3. Comunicação de massa. I. Título.

CDD: 303.4833

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Maio de 2016

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Identificando tecnologias emergentes em TICs	15
1.1 Considerações iniciais.....	15
Aula 2 – TV digital e convergência digital	21
2.1 Considerações iniciais.....	21
2.2 Fundamentos históricos.....	21
2.3 TV digital.....	23
2.4 Convergência digital.....	29
Aula 3 – Internet móvel	33
3.1 Considerações iniciais.....	33
3.2 Internet 1G e 2G.....	34
3.3 Internet 3G.....	34
3.4 Internet 4G.....	36
3.5 Internet 5G.....	39
Aula 4 – Tecnologias de comunicação sem fio	41
4.1 Considerações iniciais.....	41
4.2 Infravermelho.....	41
4.3 Bluetooth.....	42
Aula 5 – Comunicação por radiofrequência	49
5.1 RFID.....	49
5.2 NFC.....	55
Aula 6 – Realidade aumentada e QR Code	61
6.1 Realidade aumentada.....	61
6.2 QR Code.....	67

Aula 7 – Inteligência artificial e computação quântica	71
7.1 Inteligência artificial.....	71
7.2 Computação quântica.....	77
7.3 Nanotecnologia.....	80
Referências	83
Currículo do professor-autor	85

Palavra do professor-autor

Caro aluno!

Seja bem-vindo ao módulo de Tecnologias da Informação e Comunicação. Durante o curso, abordaremos os principais conceitos referentes a Tecnologias Emergentes em TICs, convergência digital, internet móvel, TV digital, Bluetooth, infravermelho, RFID, NFC, QR Code, realidade aumentada, inteligência artificial, nanotecnologia e computação quântica.

Esse caderno didático tem, como público-alvo, estudantes que estão iniciando seus estudos na área de Tecnologias da Informação e Comunicação, servindo de base para estudos e pesquisas futuras nesta área.

Esse material apresenta os principais conceitos de TICs, de forma simples, prática e de fácil entendimento. Ao final do estudo, você estará capacitado a identificar novas Tecnologias da Informação e Comunicação, mediante informações adquiridas nessa publicação. O estudo deste material requer conhecimento prévio de conceitos básicos em informática. Com o objetivo de tornar o estudo deste material mais prático e simples, são apresentados diversos exemplos de aplicação e utilização das tecnologias apresentadas.

Espero que o material facilite o seu estudo de TICs e contribua na posterior aplicação deste estudo no seu dia a dia.

Professor MSc. Ricardo Batista Rodrigues



Apresentação da disciplina

Essa disciplina tem como objetivo apresentar as Tecnologias da Informação e Comunicação, possibilitando ao estudante identificar tecnologias emergentes, convergência digital, internet móvel, TV digital, Bluetooth, infravermelho, RFID, NFC, QR Code, realidade aumentada, computação quântica e inteligência artificial.

No decorrer dessa disciplina, serão apresentados os principais tópicos sobre tecnologias emergentes em TICs, possibilitando ao aluno identificar novas tecnologias e conhecer as mais utilizadas em TICs.

A cada aula, será apresentada, de forma simples e clara para o estudante, uma das tecnologias citadas no primeiro parágrafo, de modo que lhe possibilite uma fácil interpretação do conteúdo.



Projeto instrucional

Disciplina: Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (carga horária: 60h).

Ementa: Este componente curricular tem como objetivo abordar tecnologias emergentes em TIC. Convergência digital. Internet móvel. TV digital. Bluetooth. Infravermelho. RFID. NFC. QR Code. Realidade aumentada. Computação quântica. Inteligência artificial.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Identificando tecnologias emergentes em TICs	Identificar novas tecnologias emergentes em TICs. Conhecer as principais tecnologias utilizadas em TICs. Conhecer as principais características utilizadas na identificação de tecnologias emergentes em TICs.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
2. TV digital e convergência digital	Entender o funcionamento das tecnologias, TV digital e convergência digital. Conhecer as principais contribuições proporcionadas pelo surgimento da tecnologia.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios..	04
3. Internet móvel	Entender o funcionamento das tecnologias da internet móvel, suas principais vantagens e desvantagens em relação ao seu uso. Conhecer as três tecnologias emergentes da atualidade em internet móvel (3G, 4G e 5G). Conhecer a história da internet móvel.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
4. Tecnologias de comunicação sem fio	Entender o funcionamento das tecnologias de comunicação sem fio, suas principais vantagens e desvantagens em relação ao seu uso. Conhecer as duas tecnologias emergentes da atualidade em comunicação sem fio (infravermelho e Bluetooth). Estudar a evolução das tecnologias em comunicação sem fio.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
5. Comunicação por radiofrequência	Entender o funcionamento das tecnologias de comunicação por radiofrequência. Conhecer as tecnologias RFID e NFC.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
6. Realidade aumentada e QR Code	Conhecer os principais conceitos sobre realidade aumentada. Entender o funcionamento da tecnologia QR Code e suas principais inovações e desafios.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios	05

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
7. Inteligência artificial e computação quântica	Conhecer as áreas tecnológicas de inteligência artificial e computação quântica, suas principais aplicações e seus benefícios para a sociedade.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05

Aula 1 – Identificando tecnologias emergentes em TICs

Objetivos

Identificar novas tecnologias emergentes em TICs.

Conhecer as principais tecnologias utilizadas em TICs.

Conhecer as principais características utilizadas na identificação de tecnologias emergentes em TICs.

1.1 Considerações iniciais

Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser definidas como o conjunto total de tecnologias que permitem a produção, o acesso e a propagação de informações, assim como tecnologias que permitem a comunicação entre pessoas. Com a evolução tecnológica, surgiram novas tecnologias, que se propagaram pelo mundo como formas de difusão de conhecimento e facilitaram a comunicação entre as pessoas, independentemente de distâncias geográficas (RODRIGUES et al., 2014).

As TICs são utilizadas nas mais diversas áreas, como, por exemplo, na indústria, no comércio, no setor de investimentos e na educação. Em todas as possíveis aplicações de TICs, o principal objetivo é proporcionar o acesso à automação da informação e comunicação. No que tange ao conjunto de tecnologias emergentes em TICs, são incluídos *softwares* e *hardwares*, para garantir a operacionalização da comunicação. A grande popularização das TICs ocorreu com o surgimento e a difusão da internet (PACIEVITCH, 2014).

1.1.1 Fundamentos históricos

A comunicação é uma das principais necessidades do ser humano desde o surgimento da humanidade. No decorrer da história, existem relatos da evolução da comunicação, na troca de informação, no registro de fatos, na apresentação de ideias e emoções. A partir desses fatores, as tecnologias de comunicação e de meios de transmissão de informação evoluíram, passando das escrituras nas cavernas até os meios digitais, hoje utilizados em larga escala pela humanidade.

Em se tratando de informação e comunicação, podemos conceituar tecnologia como tudo aquilo que leva alguém a evoluir, melhorando e simplificando a forma de o ser humano realizar suas tarefas. As TICs evoluíram de forma surpreendente com o passar dos séculos. Desde o princípio da comunicação, através de sinais, podemos notar a sua evolução tecnológica. Não devemos confundir as tecnologias com as novidades da última geração de tecnologias, pois a tecnologia se constituiu juntamente com toda a evolução da humanidade.

A evolução das TICs trouxe grandes benefícios ao homem, principalmente no que diz respeito à educação. Nessa área, foram inseridas novas tecnologias que proporcionaram o surgimento de meios e fins na criação, no compartilhamento e na busca por conhecimento. O fato marcante dos benefícios que essa evolução trouxe foram os computadores, hoje presentes na maioria das escolas brasileiras.

A partir da criação dos computadores, a educação evoluiu a passos largos. Nos dias atuais, com o advento da internet e vários dispositivos computacionais, a informação e a comunicação tornaram-se acessíveis a toda a sociedade, independentemente da localização geográfica ou da classe social.

A tendência é de que a adoção de TICs ocorra largamente em todas as áreas de automatização da ação humana, indo além das fronteiras da educação. A utilização de TICs cresce a cada dia em diversas vertentes, seja na indústria, segurança, educação e comunicação social.

A comunicação também é responsável por grandes avanços, devido à troca de informações e à experiência por meio da tecnologia. Podemos destacar, nesse avanço, as novas formas e metodologias que surgiram no ensino, como, por exemplo, a educação a distância, em expansão no Brasil.

Em um ambiente empresarial, os objetivos são comuns para um grupo de indivíduos de uma determinada organização. Com isso, a necessidade de comunicação aumenta consideravelmente. Nas empresas, existem barreiras culturais, sociais, tecnológicas, geográficas, temporais, entre outras, que tornam a comunicação uma tarefa complexa. É nesse ambiente corporativo que a evolução tecnológica surge, a fim de amenizar, a cada dia, tais barreiras.

Segundo Lévy (1993), novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. Tais maneiras tornam, as relações entre os homens, simples e acessíveis a todos, promovendo

a integração cultural e a troca de conhecimento com pessoas do mundo todo. A velocidade com que as informações percorrem o mundo era inimaginável há algumas décadas.

Muitos estudiosos relatam que a evolução da tecnologia em informação e comunicação se deve à libertação social das minorias na sociedade. Na atualidade, qualquer pessoa pode publicar ou divulgar a sua opinião sobre determinado assunto e, em questão de segundos, ganhar milhares de seguidores. Apesar dessa e de outras inúmeras vantagens, muitos conservadores discutem as tendências negativas advindas dessa evolução tecnológica, como a migração da vida social para as redes sociais.

1.1.2 TICs e educação

O mundo em que vivemos está sendo inundado de novidades tecnológicas a cada dia, seja na cadeia produtiva, seja na indústria ou educação. O fato é que, a cada dia, dependemos mais da tecnologia. Em muitos casos, esta dependência fica invisível aos nossos olhos e só percebemos quando falta energia elétrica, o sistema bancário fica fora do ar, o telefone celular não executa funções básicas, os dispositivos eletrônicos em geral entram em colapso. É o nosso cotidiano sendo norteado pela tecnologia. O mesmo não acontece na educação, que ainda caminha a passos lentos na utilização dos recursos tecnológicos disponíveis para o ensino e didática em sala de aula, cenário este descrito de forma concisa por Neves (2009).

Em um mundo permeado por tecnologia, ainda convivemos com uma educação que usa as TICs como algo exótico, excepcional (Neves, 2009). O grande marco para a educação foi a introdução dos microcomputadores em ambientes educacionais, possibilitando aos alunos mais uma alternativa na busca por conhecimento. Outro ponto importante foi a troca de informações culturais em ambientes educacionais. A introdução de computadores e internet nas escolas permitiu a comunicação e troca de informação entre estudantes do mundo inteiro. Essa propagação de conhecimento e cultura pode ser encontrada até nos lugares mais remotos do nosso país, onde, mesmo que a internet ainda seja de má qualidade, é possível observá-la.

As metodologias de ensino sofreram um grande impacto e evolução com o desenvolvimento tecnológico. Hoje, temos cursos na modalidade EaD e cursos presenciais fazendo uso constante de recursos e serviços on-line, para o compartilhamento de informações, assim como para a integração entre aluno e professor.

Apesar das inúmeras vantagens proporcionadas pelas TICs na educação, começaram a surgir algumas práticas indesejadas em ambientes educacionais, como, por exemplo, o uso exagerado de redes sociais, distanciando os alunos do mundo real, o que pode ocasionar o fim da convivência social dos novos usuários da internet.

Existe uma tendência, defendida por pesquisadores em TICs, de que, em um futuro não muito distante, todos os alunos do ensino básico aprenderão a programar computadores ainda na escola e que esse cenário já deveria ter sido implantando em todas as escolas brasileiras. De acordo com Meira (2013b), em um futuro próximo, todas as pessoas devem ter o mínimo de conhecimento em linguagens de programação, para se manter no mercado de trabalho ou em qualquer meio digital. Tal perspectiva surge com o desenvolvimento tecnológico, que se encontra em constante e acelerado crescimento.

Resumo

Aprendemos, nessa aula, alguns conceitos e um pouco da evolução das TICs, qual o impacto da evolução tecnológica no dia a dia das pessoas e como se deu a evolução tecnológica vivenciada nos últimos anos.

Nas próximas aulas, estudaremos algumas das principais tecnologias que emergiram em TICs, com o objetivo de nos familiarizarmos com tais tecnologias e conhecermos suas principais funcionalidades e impactos promovidos na sociedade, educação e indústria.



Atividades de aprendizagem

1. Utilizando a discussão dessa aula, realize uma pesquisa em busca de novas tecnologias que emergiram na atualidade e que são utilizadas na indústria e na educação.
2. Descreva a importância das TICs no seu dia a dia.
3. Descreva a importância das TICs no cenário atual da educação.
4. Descreva cinco tecnologias que você utiliza hoje, mas que você não conhecia há cinco anos.
5. Descreva três áreas que são dependentes de TICs.

6. Descreva três áreas que ainda resistem à evolução da tecnologia.
7. Realize uma pesquisa com o objetivo de listar as principais perspectivas para as TICs nos próximos anos.

Aula 2 – TV digital e convergência digital

Objetivos

Entender o funcionamento das tecnologias, TV digital e convergência digital.

Conhecer as principais contribuições proporcionadas pelo surgimento da tecnologia.

2.1 Considerações iniciais

Essa aula ajudará a compreender como funciona a tecnologia de TV digital e quais as suas principais características, assim como a importância desta tecnologia. Ainda veremos também como funciona e como é feita a convergência digital e quais as principais tecnologias disponíveis no mercado.

Dessa forma, ficará claro e será de fácil entendimento o funcionamento da tecnologia TV digital e o porquê de sua disseminação no cenário atual, tornando o processo de comunicação e propagação de informação disponível a todos.

2.2 Fundamentos históricos

O principal pesquisador na criação da televisão foi John L. Baird, em 1920. Ele foi o responsável por montar o primeiro protótipo de TV do mundo. Em 1923, o pesquisador russo Wladimir Zworykin criou o ionoscópio, a partir do qual foi possível desenvolver os primeiros tubos de televisão, chamados de Orticon, que só foram produzidos em escala industrial a partir de 1945.

As primeiras transmissões experimentais foram feitas no ano de 1920. O marco das transmissões de áudio e vídeo foram os anos de 1926 no Japão e 1927 na Inglaterra e nos Estados Unidos. No início, as imagens eram em preto e branco, para a época uma grande inovação, superada nas décadas seguintes. Na Figura 2.1, é apresentado um pouco da evolução das imagens de TV.



Figura 2.1: Evolução da resolução

Fonte: <http://ibxk.com.br/materias/2397/5589.gif>

Mesmo ainda não havendo produção de televisores em escala industrial, as transmissões abertas iniciaram na década de 1930, primeiramente na Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos e União Soviética. No Brasil, as transmissões começaram na década de 1950, com a inauguração da TV Tupi, pelo jornalista Assis Chateaubriand. Logo no início, superaram a audiência do rádio e dos jornais.

Eventos marcantes, como a Segunda Guerra Mundial, ajudaram a alavancar o desenvolvimento dos aparelhos de TV e da tecnologia de transmissão. Apesar de os aparelhos começarem a ser produzidos em larga escala, poucas pessoas tinham acesso a eles, devido ao seu valor. Na década de 1930, os aparelhos eram grandes e tinham telas pequenas, que não passavam de cinco polegadas, sendo quase impossível assistir com nitidez. A Figura 2.2 apresenta um pouco da evolução dos aparelhos de TV.



Figura 2.2: TV nos anos 30 a 50

Fonte: (a) <http://img.ibxk.com.br/materias/2397/5594.jpg?w=1040>

(b) <http://img.ibxk.com.br/materias/2397/5595.jpg?w=1040>

(c) <http://img.ibxk.com.br/materias/2397/5593.jpg?w=1040>

As primeiras transmissões em cores surgiram nos Estados Unidos, em 1940, e foram realizadas pela rede NBC, utilizando um sistema compatível com os antigos televisores preto e branco. No Brasil, as primeiras transmissões em cores ocorreram oficialmente nos anos 1970. Hoje, de acordo com a Secretaria de Comunicação Social da Presidência, a televisão é o meio de comunicação

mais utilizado no país, presente em 97 % dos lares brasileiros. No entanto, essa popularidade está ameaçada por novas tecnologias, que emergiram e mudaram a forma de acesso e propagação de informação.

2.3 TV digital

A tecnologia da TV digital começou a ser estudada nos anos de 1970, no Japão, onde era chamada de HDTV, e foi aprimorada até a tecnologia hoje utilizada. Nos dias atuais, a TV digital usa uma forma de modulação e compressão digital para enviar vídeos, áudios e sinais de dados às TVs compatíveis com a tecnologia. O padrão em operação comercial transporta cerca de 20 Mbps.

2.3.1 Principais vantagens

A TV digital apresenta várias vantagens em relação à TV analógica tradicional. Surgiu com a proposta de revolucionar a qualidade na transmissão de áudio e vídeo, a TV digital proporciona qualidade ao conteúdo entregue ao usuário, de forma a aposentar a tradicional tecnologia utilizada na televisão.

A seguir, apresentamos algumas das principais características que impulsionaram o desenvolvimento da tecnologia de TV digital e a expansão de sua utilização.

- **Qualidade técnica de imagem e som** – uma das principais vantagens do sistema digital é a conservação dos sinais, pois o número de linhas horizontais no canal de recepção é superior a quatrocentos, enquanto o número de linhas no sistema analógico é de apenas 330 linhas horizontais. Na prática, no sistema digital, a imagem é muito mais imune à interferência e aos ruídos, ficando livre de distorções na imagem, como é comum no sistema analógico.
- **Espectro de frequência** – no sistema digital, os sinais não podem ser comprimidos e compactados. Na transmissão digital, não é necessário o envio de todos os pixels de cada quadro, reduzindo a banda usada na transmissão. Os sinais binários possibilitam a compactação dos dados sem perda de qualidade. A compactação leva a uma menor taxa de transmissão, possibilitando que mais conteúdo seja veiculado nos mesmos canais.
- **Interatividade** – podemos dividir a interatividade do sistema digital em três (interatividade local, interatividade com canal de retorno não dedicado e interatividade com canal de retorno dedicado). Na interatividade local,

o conteúdo é transmitido unilateralmente para o receptor, de uma só vez. O usuário pode interagir livremente com os dados armazenados em seu receptor. Quando for solicitada uma atualização ou uma nova área do serviço for acessada, ocorrerá um novo fluxo de dados. Já a interatividade com canal de retorno não dedicado é estabelecida a partir da troca de informações por uma rede à parte do sistema de televisão, com uma linha telefônica. O retorno das informações à central de transmissão ocorre pelo telefone. Na interatividade com canal de retorno dedicado, a expansão da banda larga possibilitou o desenvolvimento de um meio específico para operar como canal de retorno. Neste caso, o usuário precisaria não apenas de antenas receptoras, mas também de antenas transmissoras.

- **Acessibilidade** – a TV digital facilita a gravação de programas, com a introdução de sinais codificados de início e fim destes programas, podendo acontecer o acionamento automático de gravadores digitais dos usuários. Alguns modelos de receptores e conversores também podem incorporar gravadores digitais, que poderão armazenar conteúdo, permitindo ao usuário escolher a hora de assistir ao programa desejado.
- **Recepção** – o sistema digital provê flexibilidade para ajustar os parâmetros de transmissão de acordo com as características geográficas locais. Em áreas acidentadas ou com muitos obstáculos, pode ser utilizado o recurso da transmissão hierárquica. Esse recurso permite a transmissão de um programa de modo a ser recebido em locais mais favoráveis, através de antenas. Dessa forma, é possível que terminais portáteis ou móveis possam receber transmissões sem problemas.

2.3.2 TV digital no Brasil

Em 1999, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), com o estabelecimento de termo de cooperação técnica com o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), iniciou o processo de avaliação técnica e econômica para a tomada de decisão quanto ao padrão de transmissão digital a ser aplicado no Brasil e, em 27 de novembro de 2003, foi fundado o comitê do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD). Este comitê foi responsável pelos estudos que definiram o padrão a ser adotado no país. Após estudos desenvolvidos juntamente com universidades e emissoras de TV, o sistema foi apresentado no dia 13 de novembro de 2005, pelo Ministério das Comunicações. O resultado deste estudo foi que o melhor sistema de TV digital para o Brasil seria o ISDB-T, desenvolvido pelo Japão. Assim, em junho de 2006, o governo brasileiro anunciou a escolha do sistema japonês

como base para o desenvolvimento do SBTVD. Um dos pontos decisivos para a escolha deste sistema, como base, foi a capacidade do sistema de atender a equipamentos portáteis.

A primeira transmissão oficial de sinal de TV digital ocorreu em 2 de dezembro de 2007, na cidade de São Paulo/SP. O SBTVD, baseado no sistema japonês (ISDB-TB), oferece uma série de diferenciais em relação aos sistemas de TV digital, atualmente, em funcionamento no mundo. As principais diferenças estão justamente na união entre a base técnica de transmissão do sistema japonês com os padrões de compressão digital de áudio e vídeo introduzidos no Brasil, que são mais modernos e eficientes do que os adotados por outros padrões.

Para a implantação no Brasil, foram acrescentadas tecnologias desenvolvidas em território nacional, em duas instituições, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e na Universidade Federal da Paraíba. As especificidades adicionadas ao sistema brasileiro possibilitam a transmissão de conteúdo de altíssima qualidade (imagem e som), permitindo ao mesmo tempo a recepção móvel e portátil dos sinais de TV digital. O padrão utilizado no SBTVD foi o MPEG-4 e o HE-AAC v2, o primeiro para codificação de vídeo e o segundo para codificação de áudio.

A mobilidade e a interatividade são outros diferenciais no sistema brasileiro de TV digital. Já estão disponíveis, ao consumidor brasileiro, diversos dispositivos móveis por meio dos quais se podem assistir à TV digital. Na questão interatividade, várias empresas estão trabalhando no desenvolvimento de aplicações para possibilitar maior interatividade no sistema SBTVD, que é um sistema de TV digital aberto, livre e gratuito.

No Quadro 2.1, são apresentados alguns dados fornecidos pelo DTV (*site* oficial da TV digital no Brasil). Os dados mostram a quantidade da população, em número e porcentagem, com acesso à TV digital brasileira. No total, 62 % da população do país já é atendida por este sistema de TV. O estado com maior cobertura é o Rio de Janeiro, onde 94 % de sua população tem acesso ao sinal digital, seguido do estado de São Paulo, com 84 % da população sendo atendida. O estado com menor cobertura pelo sistema digital é o Piauí, onde apenas 27 % da população tem acesso à TV digital.



Na página do DTV você encontrará a lista completa de todas as cidades com transmissão do sinal digital de TV, acesse: www.dtv.org.br

Quadro 2.1: Abrangência da TV digital no Brasil

Estado	População total	População atendida	Porcentagem
Acre	776.463	385.821	50 %
Alagoas	3.120.922	1.155.847	37 %
Amapá	734.995	564.892	77 %
Amazonas	3.807.923	2.224.588	58 %
Bahia	15.044.127	6.581.908	44 %
Ceará	8.778.575	3.761.148	43 %
Distrito Federal	2.789.761	1.308.475	47 %
Espírito Santo	3.512.672	2.341.845	67 %
Goiás	6.434.052	3.874.010	60 %
Maranhão	6.794.298	1.989.026	29 %
Mato Grosso	3.115.336	1.307.502	42 %
Mato Grosso do Sul	2.505.088	1.479.383	59 %
Minas Gerais	20.593.366	9.860.197	48 %
Pará	7.969.655	3.271.704	41 %
Paraíba	3.914.418	1.855.170	47 %
Paraná	10.997.462	7.291.878	66 %
Pernambuco	9.208.551	5.346.721	58 %
Piauí	3.140.213	836.475	27 %
Rio de Janeiro	15.993.583	15.037.220	94 %
Rio Grande do Norte	3.373.960	1.812.468	54 %
Rio Grande do Sul	11.164.050	7.791.398	70 %
Rondônia	1.728.214	669.736	39 %
Roraima	488.072	308.996	63 %
Santa Catarina	6.634.254	3.514.122	53 %
São Paulo	41.252.160	36.566.553	89 %
Sergipe	2.195.662	1.303.466	59 %
Tocantins	1.427.827	451.625	32 %

Fonte: Adaptado de <http://www.dtv.org.br>

Se existe sinal digital disponível em uma determinada localidade, existem duas formas de assistir à programação digital:

- **Televisores** – para assistir à TV digital em alta definição, com imagens ricas em detalhes e de qualidade superior à transmissão analógica, os aparelhos de TV precisam ser de alta definição (HD, HDTV ou HD Ready). Todos esses termos significam que os televisores são capazes de exibir imagens em alta definição. Vale salientar que não importa se a TV é LED, LCD ou de Plasma; é necessário que seja apenas HD. A recepção de sinal digital das emissoras é feita por meio de um aparelho chamado “conversor digital”, que pode ser interno ou externo à TV. Se o conversor for interno, o televisor já está pronto para receber o sinal digital. A maioria dos televisores comercializados, hoje em dia, já possui conversor integrado.

No caso de um televisor não possuir conversor interno, será necessário comprar um aparelho, o conversor digital, que fica externo ao aparelho de TV. O conversor será responsável por captar o sinal digital das emissoras e enviar esse sinal para o televisor, podendo ser conectado a qualquer tipo de modelo de TV (plasma, LCD ou de tubo). Após a instalação do conversor, é necessário conectar o televisor em uma simples antena interna de UHF; caso não funcione com a antena interna, é preciso instalar uma antena externa.

- **Aparelhos portáteis** – umas das vantagens já citadas da TV digital brasileira é a mobilidade. É possível assistir à TV digital por meio de dispositivos móveis, como, por exemplo, notebooks, miniTVs e celulares com TV digital. Não importa a localidade, mesmo estando em movimento, se a área for coberta pelo sinal digital, o usuário poderá assistir normalmente a imagens com qualidade excelente.

2.3.2.1 Canal virtual

Canal virtual é a função que dispensa a necessidade de gravar novos números de canais digitais, pois estes números serão os mesmos já existentes nos canais analógicos. Os números de canais podem variar de acordo com a região do país, tanto em VHF quanto UHF. Dessa forma, a função canal virtual apresenta a numeração dos canais locais ao telespectador de forma automática. O que muda é apenas o tipo de sinal recebido, antes analógico e agora digital.

2.3.2.2 Canal de retorno

O canal de retorno é a função que possibilita o tráfego de informações entre o usuário e a emissora de TV. Essa comunicação pode acontecer por diferentes formas, como, por exemplo, a internet, o telefone fixo ou a rede de telefonia celular.

2.3.2.3 Canal de interatividade

O canal de interatividade é responsável por fornecer a conexão entre o receptor e um servidor remoto.

Codec – é o dispositivo ou *software* que codifica/decodifica sinais analógicos em sinais digitalizados, que podem ser *codecs* com perda ou *codecs* sem perda.

- **Codecs com perda** – são aqueles que codificam som e imagem e geram perda de qualidade, com a finalidade de alcançar maiores taxas de compressão. Esta perda de qualidade é balanceada com a taxa de compressão, para que não sejam criados artefatos perceptíveis.

- **Codecs sem perdas** – são aqueles que codificam o som ou a imagem para comprimir o arquivo sem alterar som e imagem originais. Estes *codecs*, normalmente, geram arquivos codificados que são entre duas ou três vezes menores que os arquivos originais. São bastante utilizados em emissoras de televisão, com o objetivo de manter a qualidade do som ou da imagem.

2.3.2.4 DVI

Digital Visual Interface (DVI) é o padrão de interface de vídeo criado para melhorar a qualidade dos dispositivos de vídeos digitais, como, por exemplo, em monitores LCD e projetores digitais. Este padrão foi projetado para transportar dados digitais que são comprimidos para o vídeo. O DVI é parcialmente compatível com o padrão HDMI modo digital.

Full-seg é a tecnologia desenvolvida para a transmissão digital de TV para dispositivos fixos com áudio. Com esta tecnologia, é possível transmitir um sinal Full HD e áudio com até seis canais. Esta tecnologia é aplicada aos conversores digitais e aos receptores de 13 segmentos integrados com tela de exibição. Este receptor é capaz de receber e decodificar sinais de televisão digital terrestre de alta definição e, em alguns modelos, também é capaz de receber e decodificar informações aplicadas aos serviços direcionados aos receptores móveis.

2.3.2.5 HDMI

HDMI é uma interface multimídia para alta definição que permite juntar as informações digitais de imagem, para serem transmitidas sem perda de dados. É a melhor tecnologia no caso de alta definição. Nem todos os aparelhos de TV suportam o HDMI – normalmente, ausente nos televisores mais antigos. Todos os novos aparelhos já adotaram a tecnologia. A seguir, na Figura 2.3, é apresentado um modelo de cabo com conexão HDMI.



Figura 2.3: HDMI

Fonte: http://hometheaterreview.com/assets_c/2014/04/HDMICable-thumb-225xauto-12041.jpg

2.3.2.6 Modulação

É o processo de empacotamento de informações. O objetivo da modulação é proteger o sinal transmitido de sofrer possíveis interferências e degradações, de modo que a informação, originalmente, enviada possa ser reconstituída da maneira mais semelhante possível à informação original.

2.3.2.7 Compressão

É o método eletrônico responsável pela redução do número de bits exigidos para armazenar ou transmitir dados dentro de um determinado tempo ou espaço definido. O método adotado pelo SBTVD é o MPEG-4 e, para a compressão de áudio, adota-se o método AAC.

2.3.2.8 Ginga

É o *middleware* de especificação aberta, adotado pelo SBTVD para a instalação em conversores e em televisores. É uma camada de *software* intermediária, entre o sistema operacional e as aplicações. É responsável por dar suporte à interatividade, tendo duas funções principais:

- Tornar as aplicações independentes do sistema operacional da plataforma de *hardware* utilizado.
- Oferecer um melhor suporte ao desenvolvimento de aplicações.

O Brasil se tornou o primeiro país a oferecer um conjunto de soluções em *software* livre para TV digital, o Ginga. O Ginga é uma tecnologia que oferece ao usuário todos os meios para que ele obtenha acesso à informação e a todos os recursos da tecnologia digital disponíveis. Além disso, possibilita a qualquer programador produzir conteúdo interativo para programação de TVs, o que é possível por ele ser uma especificação aberta e livre de *royalties*.

O *software* é constituído por um conjunto de tecnologias padronizadas e inovações brasileiras que o tornam a especificação de *middleware* mais avançada do mundo e a melhor solução para os requisitos do Brasil. Foi desenvolvido ao longo de anos, por pesquisadores da Universidade Federal da Paraíba e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

2.4 Convergência digital

Os dispositivos para comunicação por muito tempo foram desenvolvidos de forma autônoma, possuindo apenas uma única função, como, por exemplo, os telefones, que apenas recebiam e realizavam ligações; nenhum outro

dispositivo exercia as mesmas funções. Esse cenário se dava pela falta de mecanismos de convergência entre as tecnologias e de padronização entre dispositivos, o que gerava uma grande dor de cabeça aos usuários, que, quando necessitavam utilizar várias funções, precisavam adquirir vários dispositivos. A partir dessa problemática, surgiu o conceito de convergência digital, tecnologia amadurecida no decorrer da evolução em TICs.

De acordo com o Instituto Nacional para Convergência Digital (INCoD), a convergência digital pode ser definida como o fenômeno da migração de funções para um único dispositivo, como, por exemplo, um aparelho de celular com diversas funcionalidades, acesso à internet, TV digital, envio de SMS, além de realizar ligações. Podemos definir convergência digital como a integração de mídias que se convergem para interagir em um único dispositivo (TV, rádio, telefones móveis), sem a necessidade de migração de dispositivos.

No modelo analógico, a transmissão de dados e a convergência entre diferentes plataformas eram complexas. O oposto ocorre no modelo digital, no qual tudo se resume em um conjunto de bits (0 ou 1), podendo ser sincronizado e compartilhado entre vários aparelhos digitais, o que facilita a convergência. Os aparelhos digitais têm em comum a mesma linguagem de comunicação, toda ela baseada na linguagem binária. Além disso, é preciso ter uma largura de banda suficiente para suportar tantos dados trafegando ao mesmo tempo. Outro critério que possibilitou a convergência digital para a utilização em distintos dispositivos foi a adoção de protocolos de comunicação na forma de padrões abertos. A partir destes protocolos, foram definidas a sintaxe, a semântica e a forma de sincronização dos elementos na internet. Dessa forma, é possível que diferentes equipamentos e plataformas consigam se comunicar (LEON, 2009).

2.4.1 Conversor

Conversor é todo equipamento capaz de receber um sinal em uma determinada codificação e transformar este sinal em outra codificação, tornando possível, assim, que um sinal seja interpretado por dispositivos que não foram desenvolvidos especificamente para interpretar tal sinal. Um exemplo são os conversores de sinais de TV, tanto de digital para analógico como de analógico para digital.

2.4.1.1 Conversor Digital-Analógico (D/A)

De acordo com o *site* oficial da TV digital brasileira, conversor digital é o aparelho capaz de transformar o sinal digital em analógico, com o objetivo de que televisores de tubo (CRT) ou televisores que não possuem conversor digital integrado possam exibir a programação da TV digital. Os conversores

disponíveis no mercado possuem saída digital HDMI compatível com os televisores de LCD, plasma ou LED.

Os conversores digitais externos apresentam algumas vantagens, sendo que uma das principais é o custo. Normalmente, um conversor externo custa menos que uma TV com conversor integrado. Outra vantagem é que, em alguns casos, o conversor externo é capaz de receber atualizações de *software*, como, por exemplo, novos conceitos de interatividade, e também pode ser encaminhado para reparos de forma simples, por ser independente da TV.

Vale salientar que o conversor digital não será responsável pela nitidez das imagens. A nitidez será proporcional à resolução da tela da TV: quanto maior for o número de linhas e colunas, melhor será a definição e qualidade das imagens. Dessa forma, para ter imagens em alta definição (HD), é necessário que o televisor também esteja habilitado para receber e exibir esta imagem e que o conversor esteja ligado à TV por meio de um cabo HDMI. Podemos citar, como exemplo de conversor digital, o conversor ISDB-HD.

2.4.1.2 Conversor Analógico-Digital (A/D)

O conversor analógico-digital (A/D) é um dispositivo capaz de transformar um sinal analógico em um sinal digital. Os conversores A/D são bastante utilizados na interface entre os dispositivos digitais e em dispositivos analógicos, nos quais são usados em leitura de sensores e digitalização de áudio e vídeo. Podemos citar algumas atividades diárias que fazem uso desse conversor, como, por exemplo, a utilização de um scanner, pelo qual o usuário captura uma imagem, grava sua voz ou usa solução de voz sobre IP.

Resumo

Nessa aula, aprendemos os principais conceitos sobre TV digital e convergência digital. Foi possível identificar as principais tecnologias que compõem o SBTVD, passando pela história da TV analógica e digital no Brasil e no mundo.

Vimos quais as principais vantagens e benefícios proporcionados pela tecnologia da TV digital, como a melhoria na qualidade de imagem e som e no custo-benefício da utilização de conversores digitais externos em relação aos conversores integrados aos televisores mais modernos.

Pudemos perceber, também, que, no Brasil, a TV digital ainda não está disponível para todos, mas, considerando o avanço da tecnologia digital, podemos prever que, em breve, todas as regiões brasileiras terão acesso ao sinal digital.



Atividades de aprendizagem

1. O que é TV digital?
2. O que muda com a tecnologia da TV digital em relação à tradicional tecnologia analógica?
3. Como as TVs de tubo conseguem receber o sinal da TV digital?
4. É possível receber sinal digital pelo celular?
5. O que é o Ginga?
6. A TV digital é de alta definição?

Aula 3 – Internet móvel

Objetivos

Entender o funcionamento das tecnologias de internet móvel, suas principais vantagens e desvantagens em relação ao seu uso.

Conhecer as três tecnologias emergentes da atualidade em internet móvel (3G, 4G e 5G).

Conhecer a história da internet móvel.

3.1 Considerações iniciais

De acordo com Tanenbaum; Wetherall (2011), a internet não é uma rede, mas sim um conjunto de redes diferentes que utilizam certos protocolos comuns e fornecem serviços comuns. A internet é um sistema bastante incomum, por não ter sido planejado nem controlado por ninguém.

Dentro do conjunto de redes mencionado por Tanenbaum; Wetherall (2011), encontram-se as redes móveis, que serão o objeto de estudos nesta aula. A internet móvel surgiu com a crescente necessidade de portabilidade, advinda da evolução das TICs. A demanda por portabilidade cresce a cada dia, exigindo cada vez mais das tecnologias de internet móvel. Ela permite aos usuários, além de ligações em dispositivos móveis, verificar *e-mails*, trocar mensagens e acessar a internet em movimento, seja no carro, no avião, de bicicleta ou até mesmo em lugares geograficamente remotos, mas que são cobertos por sinal de telefonia.

O sistema de telefonia móvel é utilizado para a comunicação remota de dados e voz. Os dispositivos móveis passaram por três gerações distintas e hoje se encontram na quarta geração. Estas gerações são conhecidas como 1G (voz analógica), 2G (voz digital e dados), 3G (voz digital e dados) e 4G. Atualmente, estamos vivenciando a quarta geração (4G) (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

É importante salientar que não podemos confundir internet móvel com internet sem fio (*wireless*). Esta última possui uma base fixa, de onde é transmitido o sinal para comunicação; já a internet móvel não possui uma base fixa (<http://www.tecmundo.com.br>).

3.2 Internet 1G e 2G

A tecnologia de rádio para celulares surgiu nos Estados Unidos durante os anos 80, com o lançamento da rede de celular AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*). Ela usava o FDMA (*Frequency Division Multiplexing Access*) para transmitir voz através do sinal analógico. É considerada a primeira geração móvel (1G) (<http://www.tecmundo.com.br>).

A segunda geração (2G) surgiu na década de 90, quando as operadoras móveis implantaram dois padrões concorrentes de sinal digital para voz: o GSM (*Global System for Mobile Communications*) e o CDMA (*Code Division Multiple Access*). É nessa época que surgiu o celular no Brasil, apesar de que ele só ficaria popular a partir do ano 2000 (<http://www.tecmundo.com.br>).

Por isso, o 2G é muito conhecido em terras tupiniquins. Por aqui, a única grande operadora a adotar o CDMA foi a Vivo, enquanto Oi, Tim, Claro e Brasil Telecom (comprada pela Oi) adotaram o GSM. Ambas as tecnologias transmitem voz e dados. Anos depois, a Vivo abandonou o CDMA frente à popularização do GSM no Brasil e hoje não utiliza mais a tecnologia. No mundo todo, apenas os Estados Unidos e alguns países da Ásia utilizam o CDMA (<http://www.tecmundo.com.br>).

3.3 Internet 3G

A história da internet móvel iniciou com a evolução da telefonia móvel, primeiramente pela transmissão de voz analógica e, em sua segunda fase, de voz digital. Com a terceira geração, denominada 3G, surgiu a internet móvel e começaram as transmissões de dados e voz digitais. A partir da tecnologia 3G, tornou-se possível o acesso à internet via dispositivos móveis de qualquer localidade que tenha cobertura de sinal 3G.

A terceira geração da mobilidade (3G) conta com diversos fatores que impulsionam o seu crescimento, como, por exemplo, o tráfego de dados, que já supera o tráfego de voz na rede fixa e está crescendo exponencialmente, enquanto o tráfego de voz está se mantendo estabilizado. O desenvolvimento e a evolução dos dispositivos móveis impulsionam a utilização da internet móvel. Um bom exemplo desse tipo de dispositivo são os celulares *smartphones*, que, além de executarem as funções tradicionais de comunicação por voz, permitem que o usuário acesse a internet, mesmo estando em movimento.

A tecnologia 3G já é utilizada por cerca de 15 % dos usuários de dispositivos móveis no mundo. Na América do Norte e na Europa, cerca de um terço dos

usuários de dispositivos móveis já utilizam a tecnologia 3G. O primeiro país a adotar esta tecnologia foi o Japão, onde hoje quase 100 % dos dispositivos móveis são 3G.

As operadoras deram seus primeiros passos de forma cautelosa em direção à tecnologia 3G; em muitos casos, ofereciam na verdade apenas 2,5G. Embora as redes 3G ainda não estejam plenamente desenvolvidas e implantadas em todo o planeta, alguns pesquisadores consideram esta tecnologia como um trabalho encerrado. Muitos já estão trabalhando com a quarta geração da internet móvel, o 4G.

Segundo Sganzerla; Ruker (2010), a tecnologia de internet móvel 3G veio ao mercado com o objetivo de substituir as redes IEEE 802.11, conhecidas também como Wi-Fi ou WLAN. O motivo para esta substituição é o pequeno alcance dos sinais das WLANs, limitando a mobilidade do usuário que queira permanecer conectado. A seguir, a Figura 3.1 apresenta uma analogia entre a evolução da comunicação móvel e a evolução humana.



Figura 3.1: Rede 3G

Fonte: CTISM

Principais motivos para o desenvolvimento da tecnologia 3G:

- A quantidade de dispositivos que suportam a tecnologia está aumentando.
- A internet 3G proporciona maiores taxas de transmissão de dados e melhor qualidade nos serviços de voz.

- Banda larga móvel no computador e em qualquer dispositivo móvel que suporte a tecnologia 3G.
- Serviços de dados em *smartphones*.
- Serviços de teleconferência, acesso a *e-mail*, busca e navegação na *web*, por meio de aparelhos celulares.
- Sistema de localização integrado.

Desvantagens da tecnologia 3G:

- Taxas caras de entrada para o serviço de licença 3G.
- Diferenças entre termos de licença e produto entregue.
- Falta de apoio do governo na implementação da infraestrutura necessária.
- Despesa dos aparelhos 3G, que ainda são caros no Brasil.
- Falta de cobertura de qualidade em todo o território nacional.
- Alta dos preços dos serviços móveis em alguns países, como, por exemplo, o acesso à internet.

3.3.1 Internet 3G no Brasil

No Brasil, a internet 3G começou a ser oferecida em 2004, pela operadora de telefonia Vivo. A tecnologia era a Evolution Data Optimized ou CDMA 1xEV-DO. A velocidade atingida por essa tecnologia, no início, era de até 2 Mbps (Megabits por segundo). Contudo, a cobertura ainda era parcial, limitada a grandes cidades. Em muitas delas, inclusive, era comum encontrar apenas alguns bairros com o sinal 3G. No Brasil, os principais desafios para a tecnologia foram o alto custo da infraestrutura e a falta de investimento por parte do governo (SGANZERLA; RUKER, 2010).

3.4 Internet 4G

De acordo com Tanenbaum; Wetherall (2011), a tecnologia 4G é conhecida também como evolução de longo prazo da tecnologia 3G, ou LTE (*Long Term Evolution*). Alguns dos recursos propostos na tecnologia 4G incluem:

alta largura de banda; ubiquidade (conectividade em toda parte); integração transparente com outras redes IP com e sem fios, incluindo pontos de acesso 802.11; gerenciamento adaptativo de recursos espectros; e alta qualidade de serviços para multimídia.

O grande atrativo da tecnologia 4G é a integração de uma inúmera variedade de serviços disponíveis em um só local, o que garante uma redução de custos relativamente aos ambientes 3G. Alguns dos serviços oferecidos pela rede 4G somente eram acessíveis em banda larga fixa (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

De acordo com Sganzerla; Ruker (2010), para que todos esses serviços propostos na tecnologia 4G funcionem, é necessário que seja implementada a seguinte tecnologia: CDMA2000 1xEV-DO (*Evolution Data Optimized*), uma evolução do CDMA2000 1X. Trata-se de uma tecnologia que oferece taxas de transmissão de dados de banda larga, suportando aplicações com acesso à internet, download de músicas, vídeos e outras aplicações de dados. As versões do CDMA 1xEV-DO são:

- **EV-DO Release 0** – proporciona taxas de transmissão de dados com picos de 2,4 Mbps (*downlink*) e 153 Kbps (*uplink*).
- **EV-DO Revisão A** – aumenta as taxas de transmissão de dados para 3,1 Mbps (*downlink*) e 1,8 Mbps (*uplink*). A Revisão A incorpora funcionalidades como baixa latência e QoS (Qualidade de Serviço).
- **EV-DO Revisão B** – permite a utilização de múltiplas portadoras e eleva as taxas de transmissão de dados de 6,2 Mbps a 73,5 Mbps (*downlink*) e de 3,6 Mbps a 27 Mbps (*uplink*).
- **OFDM/OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access)** – é a tecnologia de comunicação *wireless* e uma técnica de modulação que divide o espectro disponível em múltiplos canais de radiofrequência (RF). No OFDMA, um único transmissor emite sinais ortogonais entre si em muitas frequências independentes diferentes. O resultado é um sinal com alta resistência a interferências.

De acordo com a União Internacional de Telecomunicações (UIT), para que uma tecnologia seja considerada 4G, ela deve ser reconhecida como um sistema IMT-Advanced (4G). Essa especificação foi definida em 2010, quando a UIT

anunciou oficialmente a LTE-Advanced e Wireless MAN-Advanced, parte do Wimax IEEE 802.16m, como tecnologias IMT-Advanced (4G) (GOMES, 2012). A seguir, no Quadro 3.1, é apresentada a evolução da tecnologia móvel.

Quadro 3.1: Evolução da tecnologia móvel					
Geração		3G			4G
Tecnologia	WCDMA (UMTS)	HSPA	HSPA+	LTE	LTE-Advanced
Taxa de dados máx. teórica (<i>downlink</i>)	2,0 Mbps	7,2/14,4 Mbps	21/42 Mbps	100 Mbps	1,0 Gbps
Taxa de dados máx. teórica (<i>uplink</i>)	474 Kbps	5,76 Mbps	7,2/11,5 Mbps	50 Mbps	0,5 Gbps
Taxa de dados média teórica	128-384 Kbit/s	1-10 Mbps	-	-	-
Canalização (MHz)	5	5	5	20	100
Tempo de latência (ms)	250	~70	~30	~10	<5

Fonte: <http://boletim.de/>

3.4.1 Internet 4G no Brasil

A tecnologia utilizada no Brasil para oferecer acesso à internet 4G será a LTE. Com esta tecnologia, será possível acessar a internet em qualquer lugar do território brasileiro onde não há infraestrutura a cabo. De acordo com a Agência Brasileira de Telecomunicações (Anatel), a cobertura 4G no Brasil incluirá áreas rurais com redes de ensino e as principais estradas brasileiras. Dessa forma, será possível se manter conectado em quase todo o território brasileiro, seja durante uma viagem de automóvel, seja em uma área rural distante das grandes capitais (GOMES, 2012).

No Brasil, a tecnologia 4G trabalhará em conjunto com as tecnologias antecessoras (3G e 2G). Dessa forma, se, em meio a uma conexão via 4G, a conexão do usuário ficar congestionada, o dispositivo do usuário passará automaticamente para a tecnologia antecessora a que está sendo utilizada. Mesmo o 4G trabalhando em conjunto com as tecnologias antecessoras, os dispositivos compatíveis com estas tecnologias não oferecem suporte à tecnologia 4G. Nesse cenário, para que se possa fazer uso da nova internet móvel, será necessário adquirir um novo aparelho compatível com as redes 4G do Brasil. O mesmo acontece com aparelhos comprados em outros países: mesmo que o aparelho comprado no exterior seja compatível com as redes 4G do país, não significa que ele será compatível com o 4G brasileiro, por causa das diferentes frequências que são utilizadas no Brasil (GOMES, 2012).

Desde julho de 2012, a faixa da tecnologia 4G no Brasil era de 2,5 Giga-hertz (GHz). Em 2014, foi leiloada pela Anatel a faixa de 700 MHz para complementar a faixa utilizada desde 2012. A nova faixa adotada como complemento tem abrangência maior e necessita de menos antenas para a transmissão de sinais, além de ser usada por diversos países, como os Estados Unidos e a Argentina. De acordo com a Anatel, com a utilização da faixa de 700 MHz, será possível levar telefonia móvel 4G e internet banda larga de alta capacidade para áreas remotas do território brasileiro, como, por exemplo, áreas rurais, a um custo operacional mais baixo. A faixa de 700 MHz é ideal para a cobertura de grandes distâncias (ADJUTO, 2014).

A principal diferença entre as redes 3G e 4G do Brasil é a taxa na transmissão de dados. Nas redes 4G, de acordo com a Anatel, a velocidade pode chegar a até 100 Mbps, contra apenas 1 Mbps do 3G brasileiro. A grande discrepância entre a velocidade das duas tecnologias é o principal motivador para a disseminação da tecnologia no Brasil (ADJUTO, 2014).

3.5 Internet 5G

A quinta geração de internet móvel (5G) representa a futura geração da comunicação móvel. Esta tecnologia vem sendo estudada para substituir a tecnologia 4G. Pesquisadores estimam que o 5G será cerca de 100 vezes mais rápido que o 4G (<http://www.tecmundo.com.br>).

Enquanto para alguns a terceira geração (3G) ainda é um sonho, para uma pequena ilha britânica, a quinta geração pode se tornar realidade nos próximos anos. A pequena ilha Man, no mar da Irlanda, pode se tornar o primeiro local do mundo a ter internet 5G. A ilha já foi utilizada para testes com a internet 3G, tornando-se o segundo lugar no mundo a possuir a tecnologia, e planeja, para 2016, realizar testes com a tecnologia 5G. Dessa forma, a ilha Man pode se tornar o primeiro lugar no mundo a possuir internet 5G (<http://www.tecmundo.com.br>).

A empresa sul-coreana Samsung anunciou, em outubro de 2014, que iniciou os testes do seu novo padrão de internet móvel (5G), que obteve uma velocidade 7,5 gigabits. A empresa promete que a sua nova tecnologia será 30 vezes mais rápida que o padrão 4G. Outra novidade apresentada pela Samsung foi a possibilidade de a 5G ser utilizada em carros: o seu padrão foi testado em um veículo a mais de 100 quilômetros por hora. No entanto, a velocidade da internet atingida foi menor, cerca de 1,2 gigabits (<http://www.tecmundo.com.br>).

Contudo, a tecnologia deve demorar a chegar ao mercado e aos dispositivos dos usuários. Diversas empresas trabalham em pesquisas para desenvolver o novo padrão de internet móvel, no entanto todas seguem frequências diferentes, o que distancia ainda mais a criação de um novo padrão global (<http://www.tecmundo.com.br>).

Resumo

Estudamos, nessa aula, os conceitos sobre internet móvel, passando pela história e evolução da comunicação móvel e pela forma como se deu todo o processo evolutivo dessa tecnologia no Brasil.

Foi dada ênfase nas redes 3G e 4G, além das principais características, vantagens e desafios de cada tecnologia. Ainda, destacamos a abrangência da tecnologia no Brasil e as perspectivas para a internet móvel nos próximos anos.



Atividades de aprendizagem

1. Quais os benefícios que a tecnologia 3G traz para o usuário?
2. Quais os benefícios que a tecnologia 4G traz para o usuário?
3. Na prática, como o 4G se compara com o 3G?
4. Todos os celulares são compatíveis com o 4G?
5. Um celular 4G comprado no exterior irá funcionar normalmente no Brasil?

Aula 4 – Tecnologias de comunicação sem fio

Objetivos

Entender o funcionamento das tecnologias de comunicação sem fio, suas principais vantagens e desvantagens em relação ao seu uso.

Conhecer as duas tecnologias emergentes da atualidade em comunicação sem fio (infravermelho e Bluetooth).

Estudar a evolução das tecnologias em comunicação sem fio.

4.1 Considerações iniciais

A cada dia, as pessoas precisam de mais informações. Vivemos a era da informação, o que gerou a necessidade de estarmos permanentemente *on-line*. A comunicação móvel veio para facilitar o cotidiano de quem precisa estar sempre conectado, permitindo a transferência de dados através de diversos dispositivos uns para os outros, tudo por meio de comunicação sem fio. Nessa aula, estudaremos duas das principais tecnologias que surgiram com a evolução da comunicação sem fio, o Bluetooth e o infravermelho.

4.2 Infravermelho

A tecnologia infravermelha na verdade são ondas não guiadas de infravermelho, que são largamente utilizadas em comunicações de pequenas distâncias entre dispositivos aptos a receber estas ondas. Esta tecnologia é extensamente utilizada em controles remotos sem fio e, também, pode ser encontrada com facilidade em celulares, televisores e outros eletrônicos que empregam a comunicação por infravermelho.

Dispositivos que utilizam a tecnologia de comunicação por infravermelho são relativamente direcionados, econômicos e fáceis de montar. Mas ainda apresentam algumas limitações quanto à expansão da tecnologia, como, por exemplo, o fato de as ondas infravermelhas não atravessarem obstáculos sólidos. Dessa forma, para que exista uma comunicação entre dois dispositivos por infravermelho, estes devem estar próximos e não deve haver obstáculos

sólidos entre eles. Uma forma de testarmos essa afirmação é nos colocarmos entre um controle e a TV e tentarmos mudar de canal. Nada acontece, porque o corpo estará impedindo que as ondas cheguem até o receptor do televisor (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Tanenbaum; Wetherall (2011) explicam, em seu livro *Redes de computadores*, que o fato de as ondas de infravermelho não atravessarem objetos sólidos, como paredes, é visto como uma das vantagens da utilização dessa tecnologia. Afirmam ainda que é por essa razão que um sistema infravermelho instalado em um ambiente fechado não interfere em um sistema semelhante instalado em salas próximas. Por exemplo, não é possível controlar o aparelho de televisão do vizinho com o seu controle remoto. Outra vantagem citada por Tanenbaum; Wetherall (2011) é a segurança dos sistemas infravermelhos, que, segundo os pesquisadores, é melhor que a segurança dos sistemas a rádio, exatamente pela razão das ondas não ultrapassarem objetos sólidos. Dessa forma, não é necessária nenhuma licença do governo para operar um sistema de infravermelho, ao contrário dos sistemas de rádio, que devem ser licenciados fora das bandas **ISM**.

A-Z

ISM

As faixas de frequência ISM (*Industrial Scientific and Medical*) são bandas reservadas internacionalmente para o desenvolvimento industrial, científico e médico.

4.3 Bluetooth

O projeto de desenvolvimento da tecnologia de comunicação por Bluetooth surgiu em 1994, quando a empresa L. M. Ericson ficou interessada em conectar seus telefones móveis e outros dispositivos sem fio. Para o desenvolvimento desta tecnologia, foi formado um consórcio, chamado de SIG (*Special Interest Group*) e formado pelas empresas IBM, Intel, Nokia, Toshiba e L. M. Ericson. O objetivo do consórcio SIG foi desenvolver um padrão para conectar dispositivos sem fio, utilizando rádios sem fio, de curto alcance, baixa potência e baixo custo. O nome Bluetooth foi dado à tecnologia para homenagear um rei viking que unificou a Dinamarca e a Noruega, também sem cabos, chamado de Harald Blaatand (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

O lançamento oficial do Bluetooth foi feito em julho de 1999, e a sua primeira versão foi intitulada de "Bluetooth 1.0". Os protocolos Bluetooth permitem que dispositivos se conectem e transfiram dados de forma segura. Na atualidade, praticamente todo dispositivo computacional possui a tecnologia Bluetooth, desde notebooks, celulares, *smartphones* mais modernos, relógios, entre outros. Os protocolos evoluíram desde o seu lançamento e foram acrescentadas três versões da tecnologia, totalizando quatro versões, apresentadas a seguir:

- **Bluetooth 1.0** – esta foi a primeira versão dessa tecnologia, que permitiu a transferência de dados entre dispositivos próximos entre si, de forma segura e independente de plataforma.
- **Bluetooth 2.0** – na versão 2.0, lançada em 2004, foram implementadas maiores taxas de transferência de dados, o que se deu após a estabilização da versão 1.0.
- **Bluetooth 3.0** – nesta versão, lançada em 2009, a tecnologia pôde ser utilizada para o emparelhamento de dispositivos em combinação com 802.11 para a transferência de dados com alto rendimento.
- **Bluetooth 4.0** – a versão 4.0 foi lançada em dezembro de 2009, especificando a operação em baixa potência, o que gerou economia no consumo de energia dos dispositivos quando conectados.

4.3.1 Arquitetura do Bluetooth

Andrew Tanenbaum; David Wetherall (2011) apresentam a arquitetura do Bluetooth com uma piconet, que consiste em um nó mestre e até sete nós escravos ativos, distribuídos em uma distância de até 10 metros. Na Figura 4.1, é apresentado um exemplo de piconets. Podem existir inúmeras delas em uma única sala, podendo ser conectadas por um nó que faça a ponte entre duas ou mais piconets.

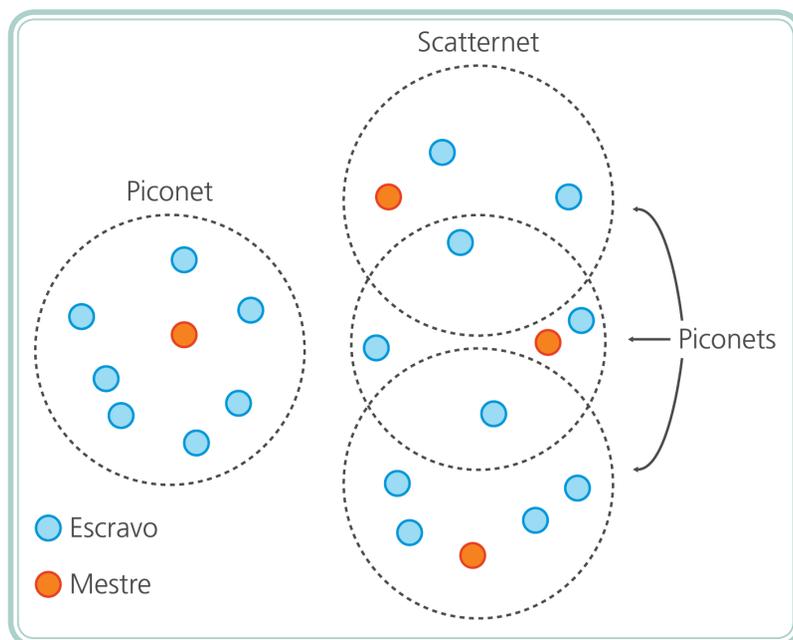


Figura 4.1: Arquitetura das piconets

Fonte: CTISM

Na figura, foram apresentadas duas arquiteturas piconets: a primeira, à esquerda, é uma piconet normal, em que existe um nó mestre (em vermelho) e sete nós escravos; a segunda arquitetura apresentada são piconets sendo conectadas por meio de um nó ponte.

Tanenbaum; Wetherall (2011) descrevem ainda que, além dos sete nós escravos ativos em uma piconet, pode haver até 255 nós inativos na mesma piconet. Estes nós são dispositivos que o nó mestre comutou para um estado de baixa energia, com o objetivo de economizar no consumo. Neste estado, o dispositivo não pode executar nenhuma ação, apenas responder a sinais de ativação ou de baliza do nó mestre. Agora, conheceremos os estados possíveis.

- **Active** – neste estado, o dispositivo está sempre ativo e preparado para utilizar o canal de comunicação. De tempo em tempo, o nó mestre envia sinais para os escravos, verificando as suas conexões e se eles desejam efetuar alguma comunicação.
- **Sniff** – aqui, o dispositivo entra em modo de economia de energia, mas continua escutando as comunicações em tempos predefinidos provenientes de outros nós.
- **Hold** – neste estado, não existe comunicação ativa entre mestre e escravos, mas o dispositivo escravo está apto a executar *scan*, *page* ou *inquiry* dos dispositivos da área.
- **Park** – este estado se caracteriza pela permanência de conexão do dispositivo a uma piconet, mas não pela participação na comunicação, escutando o nó mestre em tempos predefinidos.

O objetivo de a tecnologia Bluetooth ter sido desenvolvida no modelo mestre e escravo foi facilitar a implementação de *chips* completos de Bluetooth por menos de cinco dólares. Dessa forma, os nós escravos são burros, ou seja, realizam apenas o que o nó mestre ordenar, sendo possível a comunicação somente de nó mestre para nó escravo, e nunca de nó escravo para nó mestre.

4.3.2 Aplicações do Bluetooth

A especificação Bluetooth SIG detalha aplicações em particular, para que tenham suporte e ofereçam diferentes pilhas de protocolos para cada um. O grupo SIG é dividido em áreas técnicas de pesquisa, nas quais são desenvolvidas as aplicações. Entre estas áreas, temos áudio e vídeo (*Audio/Video Working Group*),

impressão (*Printing Working Group*), automóveis (*Car Profile Working Group*), entre outras. Dentro destas áreas, são definidos perfis, sendo que cada perfil define uma seleção de mensagem, que são especificados no Bluetooth como funcionalidades (RINCO, 2013). Os perfis são divididos como perfis de áudio e vídeo, perfis para interface humana, perfis que permitem o uso da rede, etc. (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

4.3.3 A pilha de protocolos do Bluetooth

O padrão Bluetooth tem estrutura própria e não segue os modelos OSI, TCP/IP, 802 ou qualquer outro modelo de comunicação. O padrão possui muitos protocolos agrupados livremente em camadas. A Figura 4.2 mostra a arquitetura de protocolos do Bluetooth (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

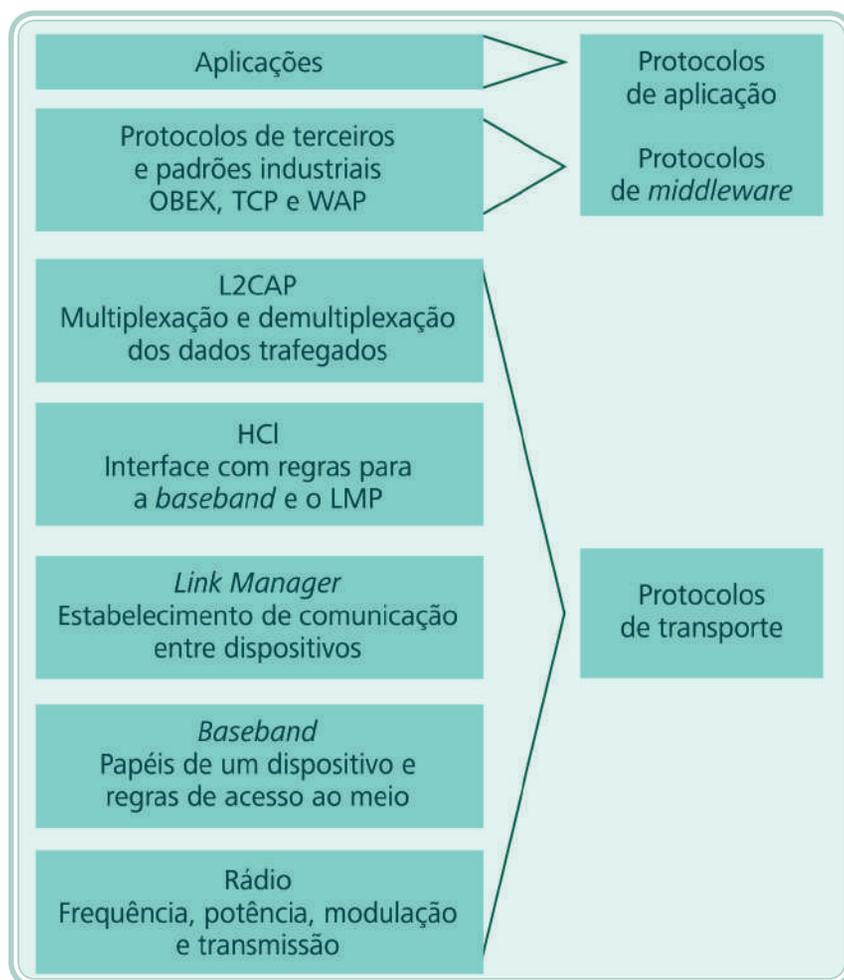


Figura 4.2: Arquitetura de protocolos do Bluetooth

Fonte: CTISM, adaptado de Silva, 2009

- **Protocolos de transporte** – a camada inferior é a camada física de rádio. Esta camada é responsável pela transmissão e modulação de rádio. Na camada física, um dos principais objetivos é tornar o sistema mais econômico, para que a tecnologia seja competitiva, no mercado, com outras tecnologias que apresentam características semelhantes (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).
- **Protocolos de *middleware*** – estes protocolos pertencem à camada de controle de enlace (banda base). Esta camada é responsável pela maneira como o nó mestre controla os slots de tempo e como eles são agrupados em quadros (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Na Figura 4.2, existe uma linha para demonstrar a divisão na implantação dos protocolos utilizados no Bluetooth. Normalmente, os protocolos que estão em camadas abaixo desta linha serão implantados em um *chip* Bluetooth, enquanto os protocolos que estão acima desta camada serão implementados no dispositivo Bluetooth que hospeda o *chip* (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

- **Protocolos de aplicação** – é na camada de aplicação que todas as aplicações estão localizadas (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Resumo

O infravermelho e o Bluetooth surgiram impulsionados pela era da comunicação móvel, na qual os usuários necessitam estar o tempo todo conectados e em movimento. O infravermelho trouxe grandes novidades na comunicação sem fio, possibilitando a troca de arquivos entre dispositivos que estejam próximos por meio de sinais infravermelhos, mas também se mostrou uma tecnologia limitada. A limitação do infravermelho se resume à sua não penetração em barreiras sólidas, dessa forma a comunicação infravermelha somente se torna possível se não existir nenhuma parede (barreira sólida) entre os dois dispositivos que se pretende comunicar. O infravermelho é muito usado em dispositivos como controles remotos.

O Bluetooth é uma tecnologia muito utilizada na comunicação entre dispositivos móveis e computadores. Um dos objetivos do seu desenvolvimento foi a criação de uma tecnologia de baixo custo e baixo consumo de energia. A comunicação entre dispositivos por Bluetooth é feita por ondas de rádio, o que limita a distância de comunicação entre os dispositivos. Uma vantagem

dessa tecnologia em relação ao infravermelho é que os sinais a rádio penetram barreiras sólidas. Dessa forma, e diferentemente do infravermelho, um dispositivo Bluetooth pode se comunicar com outro dispositivo que esteja em outra sala de uma residência.

Atividades de aprendizagem



1. Defina infravermelho.
2. Defina Bluetooth.
3. Explique quais as principais diferenças entre a tecnologia infravermelho e Bluetooth.
4. Explique a diferença entre infravermelho e internet sem fio.
5. Explique a diferença entre Bluetooth e internet sem fio.
6. Quais as principais diferenças entre a tecnologia infravermelho e a internet sem fio?
7. Quais as principais diferenças entre a tecnologia Bluetooth e a internet sem fio?
8. Quais as principais vantagens do Bluetooth para o infravermelho?

Aula 5 – Comunicação por radiofrequência

Objetivos

Entender o funcionamento das tecnologias de comunicação por radiofrequência.

Conhecer as tecnologias RFID e NFC.

5.1 RFID

RFID (*Radio Frequency IDentification*) é uma tecnologia utilizada para identificação através de sinais de rádio. A comunicação acontece entre etiquetas RFID e sensores preparados para receber e armazenar dados, sendo que toda a comunicação é feita de forma remota. Na prática, um item identificado por uma etiqueta RFID passa próximo do sensor responsável por identificar a etiqueta. Nesse momento, inicia a comunicação entre a etiqueta e o sensor, momento em que acontece a identificação do item.

5.1.1 História

A tecnologia RFID tem origem na Segunda Guerra Mundial, quando alguns países utilizaram a primeira tecnologia de identificação por radiofrequência. Esta tecnologia surgiu a partir da necessidade de identificar a aproximação de aviões, mesmo eles ainda estando distantes, para facilitar a preparação de defesa contra ataques aéreos dos inimigos. Dessa forma, o físico escocês Sir Robert Alexander Watsonwatt desenvolveu um sistema de radar para detectar a aproximação de aeronaves, elaborando o primeiro sistema de identificação, por radiofrequência, de aeronaves amigas.

A primeira tecnologia consistia em implantar transmissores em aeronaves inglesas, que davam respostas diferentes a um radar, identificando-se como aeronaves amigas. A partir desta tecnologia, intensificaram-se as pesquisas em comunicação por radiofrequência.

No início da popularização da tecnologia RFID, a principal veiculação, como exemplo bem-sucedido do uso da tecnologia no dia a dia do usuário comum, era em supermercados. A proposta era utilizar etiquetas RFID nos produtos:

na hora de o cliente pagá-los, apenas precisaria passar com o seu carrinho de compras próximo a um sensor, que automaticamente identificaria todos os produtos no carrinho, apresentando, assim, a fatura a ser paga pelas compras. Este é um exemplo simples da utilização das etiquetas RFID, mas a sua utilização vai além. Podemos citar, por exemplo, itens identificados com etiquetas desde a sua produção, para o acompanhamento do estado do produto por toda a sua trajetória, até a chegada à mesa do cliente. Este é mais um entre os diversos exemplos e fins desta tecnologia.

5.1.2 Etiquetas RFID

Existem dois tipos de etiquetas RFID, a etiqueta passiva e a ativa. A primeira utiliza a radiofrequência de um leitor para transmitir o seu sinal e, normalmente, tem suas informações gravadas de forma permanente em sua própria fabricação, embora algumas etiquetas deste tipo possuam a opção de regravação de informações. As etiquetas ativas são mais sofisticadas que as passivas, pois contam com bateria própria e transmitem seu sinal para distâncias maiores. Estas etiquetas armazenam até 32 kilobytes de dados em memória RAM. Contudo, todas essas vantagens que as etiquetas ativas proporcionam elevam o seu custo, o que, para certas aplicações, pode torná-las inviáveis. A seguir, são divididos e listados alguns ramos em que as etiquetas vêm ganhando destaque:

a) Controle de acesso – em áreas restritas, o acesso pode ser controlado por etiquetas RFID e personalizado de forma simples e prática, substituindo antigas tecnologias, como o controle de acesso por meio digital ou senhas digitalizadas manualmente pelo usuário. A utilização das etiquetas nesse meio torna os sistemas de controle mais seguros, ágeis e personalizáveis.

- Academias.
- Instituições de ensino.
- Instalações internas de empresas.
- Eventos.

b) Gerenciamento de dados – o gerenciamento de informações por meio de RFID pode proporcionar ganho no quesito agilidade em ações de atendimento ao usuário final, por meio da automatização de serviços.

- Controle de estoque.
- Gerenciamento de dados médicos hospitalares.
- Logística.

c) Rastreamento – as etiquetas RFID podem ser utilizadas para o rastreamento tanto de automóveis como de pessoas, objetos e produtos em grandes redes varejistas. São inúmeras as possibilidades de utilização dessa tecnologia em rastreamento de forma automatizada.

- Área automotiva.
- Segurança pessoal e empresarial.

d) Autoatendimento – visa agilizar processos de atendimento, como nos exemplos apresentados a seguir, identificando livros em bibliotecas, para manter a segurança e impedir que eles sejam retirados do ambiente da biblioteca sem a permissão devida.

- Bibliotecas.
- Estacionamentos.
- Logística.

A tecnologia RFID vem ganhando destaque em projetos sobre cidades inteligentes. Com a crescente demanda por conexão móvel e cidades cada vez mais conectadas, as etiquetas vêm sendo utilizadas de diversas formas. Podemos citar alguns exemplos de utilização em projetos de cidades inteligentes, como localização de veículos, identificação de pessoas em eventos, identificação de animais, identificação de dispositivos móveis, produtos, etc.

Tanenbaum; Wetherall (2011) apresentam as etiquetas RFID como imagens semelhantes a um selo postal adesivo, pois as características em comum, realmente, são muitas na forma física. Um exemplo de uma etiqueta RFID pode ser observado na Figura 5.1, em que é apresentada uma etiqueta no braço de um suposto paciente hospitalar, outra área em que as etiquetas estão sendo utilizadas com frequência.



Figura 5.1: Tecnologia RFID

Fonte: <http://wordpress.softflex.com.br/wp-content/uploads/2012/08/Tecnologia-Rfid.jpg>

As etiquetas RFID podem ser modeladas de várias formas, para se adaptarem à necessidade de sua utilização. Diversos *hardwares* são difundidos no mercado, o que pode variar desde o tamanho até o valor da etiqueta, dependendo de suas especificações técnicas e físicas. Muitos fabricantes adotam sua própria arquitetura e modelo, dificultando a criação de um padrão universal. A seguir, serão apresentados alguns modelos utilizados no mercado.

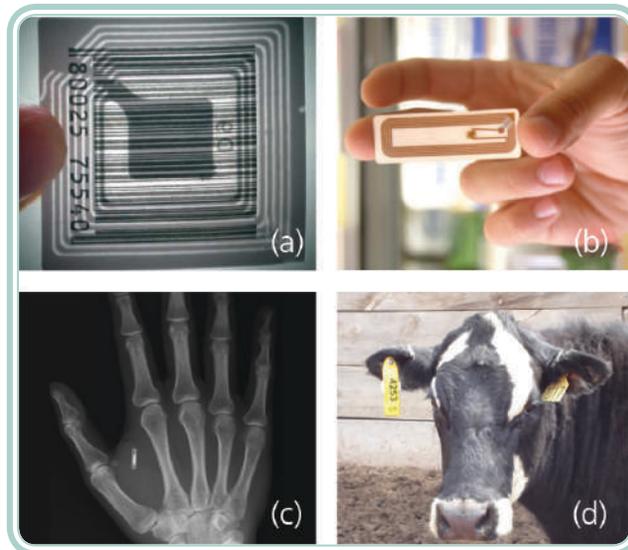


Figura 5.2: Etiquetas RFID (a e b), RFID utilizada na identificação e no rastreamento humano (c) e RFID utilizada na identificação e rastreamento de animais (d)

Fonte: (a) <http://www.theimpulseeconomy.com/files/2012/01/rfid.jpg>

(b) <http://www.informatica-hoy.com.ar/imagenes05/rfid1.jpg>

(c) http://www.rabbittholenews.com/wp-content/uploads/2010/07/RFID_In_Hand.jpg

(d) <http://www.technovelgy.com/graphics/content07/rfid-ear-tag.jpg>

Empresas de segurança e transportadoras estão adotando a tecnologia RFID como meio para melhorar seus mecanismos de segurança. A identificação acontece com a implantação de etiquetas RFID em cargas para transporte ou em veículos, que podem ser rastreados por satélites em qualquer lugar para

onde uma carga ou veículo roubado tenha sido levado. A Figura 5.3 apresenta uma ilustração de como é feito o rastreamento de veículos.

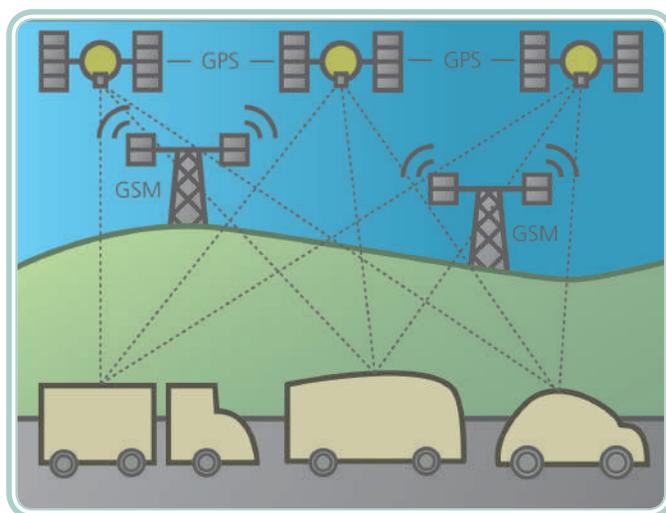


Figura 5.3: Rastreamento de veículos por RFID

Fonte: CTISM

Atualmente, algumas modalidades esportivas, como, por exemplo, corridas, utilizam as etiquetas RFID na identificação e monitoramento de atletas. A Figura 5.4 mostra um exemplo de utilização das etiquetas RFID no esporte.

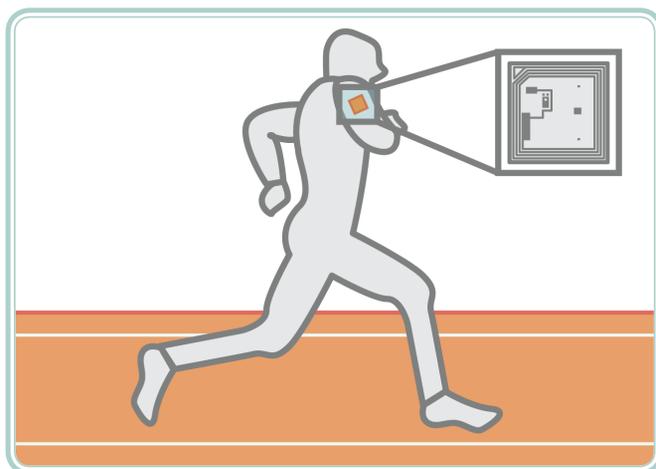


Figura 5.4: Uso da tecnologia RFID no esporte

Fonte: CTISM

A utilização da tecnologia RFID na identificação biométrica também pode facilitar a vida das pessoas. Muitos projetos já foram propostos para a utilização de RFID em documentos de identidade e passaportes. Alguns países já utilizam essa tecnologia no passaporte, que funciona de forma simples e automática, armazenando todos os dados do usuário em um único *chip* RFID. Dessa forma, ao entrar em um novo país, o passaporte passa por um identificador, pelo qual todas as informações sobre o usuário serão fornecidas às autoridades competentes.

Existem variados tipos de etiquetas RFID, aqui foram apresentados alguns exemplos desta tecnologia. Uma das características comuns na maioria dos modelos é o fato de que uma etiqueta não precisa se conectar a uma tomada para ser carregada e muito menos utilizar uma bateria; as etiquetas são carregadas através de ondas de rádio pelos leitores RFID, tecnologia esta que faz parte do grupo de etiquetas passivas, definido anteriormente.

5.1.3 Como funciona

Na Figura 5.5, é apresentado um exemplo de utilização da tecnologia RFID na identificação de objetos em armazéns. Nesta figura, existe um sensor na porta, por onde as mercadorias passam; de forma automática, é estabelecida a comunicação entre as etiquetas nos produtos retirados do ambiente e o sensor instalado na porta. Dessa forma, o sensor recebe e armazena informações sobre os produtos retirados do ambiente, garantido maior controle, segurança e automação na logística.

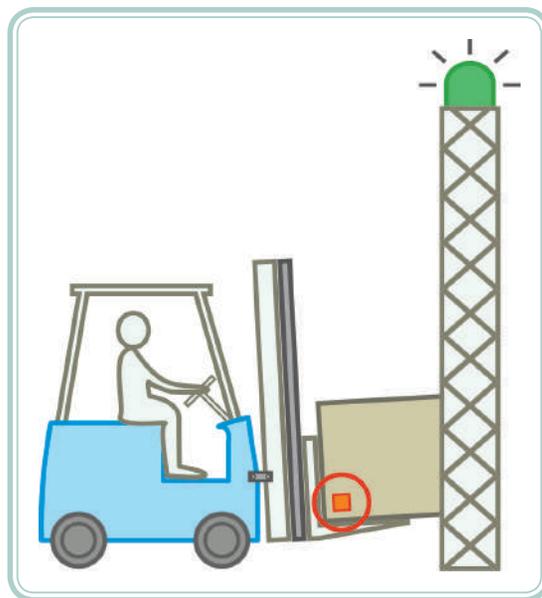


Figura 5.5: Exemplo da utilização de RFID

Fonte: CTISM

No entanto, para a utilização em massa das etiquetas RFID no comércio, em cidades inteligentes ou no dia a dia das pessoas, será necessário adotar um padrão universal para a comunicação e padrões de desenvolvimento de aplicações compatíveis com as etiquetas. Existem pesquisas e trabalhos, por parte de organizações, para o desenvolvimento de um padrão único, mas por enquanto ainda não é adotado nenhum padrão em nível mundial para essa tecnologia.

Outro problema da tecnologia RFID é a segurança. Os leitores RFID conseguem rastrear com facilidade uma pessoa que porte uma etiqueta; dessa forma, a

pessoa que a utiliza pode sofrer um ataque ou uma invasão de privacidade. Tanenbaum; Wetherall (2011) lamentam ser difícil proteger etiquetas RFID, pelo fato de elas não possuírem o poder de computação e comunicação para executar algoritmos criptográficos fortes. Em vez de algoritmos, o que é utilizado são senhas que podem ser facilmente descobertas.

5.2 NFC

NFC (*Near Field Communication*) ou Comunicação por Campo de Proximidade é uma tecnologia que permite a comunicação entre dispositivos sem a necessidade de conexão de cabos, ou seja, a comunicação é sem fio, desde que os dispositivos estejam próximos uns dos outros. Diversos dispositivos já contêm essa tecnologia, como, por exemplo, telefones celulares, cartões de bilhete eletrônico, cartões de crachás e qualquer outro dispositivo que possa receber um *chip* NFC.

5.2.1 História

A tecnologia NFC se concretizou em 2002, desenvolvida pelas empresas Philips e Sony. A ideia inicial era desenvolver uma tecnologia que fosse voltada para dispositivos móveis, como telefones celulares, *laptops*, *tablets*, etc. A tecnologia NFC foi reconhecida pela norma ISO/IEC 18092 no ano de 2003.

O NFC somente começou a ganhar notoriedade em 2004, quando foi criada a NFC Fórum (<http://nfc-forum.org/>), organização que reúne cerca de 150 empresas que se interessam pelo desenvolvimento e utilização de aplicações baseadas em NFC. Podemos citar algumas das gigantes da informática que fazem parte da organização: Google, PayPal, LG, American Express, Samsung, Nokia, Visa, MasterCard e Intel.

O NFC é baseado na tecnologia RFID, porém atualmente o RFID é mais utilizado e está mais consolidado no mercado que o NFC, também por estar há mais tempo disponível. Como citamos, uma das grandes interessadas nessa tecnologia são as gigantes dos cartões de crédito, em busca de uma tecnologia que proporcione maior segurança, praticidade e automação para a utilização de seus cartões.

5.2.2 Aplicações

Dispositivos com *chip* NFC podem funcionar para realizar pagamentos ou como um documento de identificação. Com esta tecnologia, os dispositivos podem ler *tags* NFC em uma vitrine de loja, para obter informações de um produto exposto, ou em cinemas, para conhecer melhor um determinado filme. Existem

ainda estudos com o objetivo de substituir os códigos de barras e os cartões de crédito pela tecnologia NFC. Dessa forma, não será mais necessário procurar por máquinas de leitura de cartões em lojas, pois os pagamentos poderão ser feitos apenas com a aproximação do celular ao caixa ou, para se obter informações, do celular a um produto, desde que o aparelho celular possua um *chip* NFC. Nas imagens a seguir, podemos visualizar a utilização do NFC.



Figura 5.6: NFC utilizado para: controle de acesso (a), pagamento de faturas (b) e pagamento de contas (c)

Fonte: (a) <http://nfc-forum.org/wp-content/uploads/2014/09/timetacaccesscontrol600.jpg>

(b) <http://s.glbimg.com/po/tt/f/original/2012/01/31/nfc.jpg>

(c) http://i2.tudocdn.net/img/max_width1000/id120386_1.jpg

5.2.3 Como funciona

O NFC foi criado para permitir a comunicação entre dois dispositivos próximos entre si. O seu funcionamento é simples: um dispositivo faz o papel de iniciador, que tem como tarefa iniciar a comunicação e controlar a troca de informações com o segundo dispositivo. O segundo dispositivo da comunicação tem o papel de alvo e sua tarefa é responder às solicitações do dispositivo iniciador.

A comunicação é feita por meio de radiofrequência. A partir da faixa de 13,56 MHz, a velocidade média de transferência de dados é de 265,28 Kbps (kilobits por segundo), podendo variar de 106,212 a 424 Kbps. Não oficialmente, passou a ser possível a transferência de dados com a taxa máxima de 848 Kbps. Em todas as taxas de transferência, a distância máxima entre os dispositivos não deve ser superior a 10 cm.



Figura 5.7: Comunicação por NFC

Fonte: CTISM

A transmissão de dados ocorre de forma semelhante à transmissão de dados na tecnologia RFID, de duas formas (passiva e ativa).

- **Transmissão passiva** – nesta forma, apenas um dos dispositivos gera o sinal de radiofrequência. O segundo dispositivo fica apenas sendo alimentado pelo primeiro. Com isso, é possível colocar etiquetas NFC em objetos que não recebem alimentação elétrica direta, como, por exemplo, cartões.
- **Transmissão ativa** – neste modo de transmissão, os dois dispositivos geram o sinal de radiofrequência. Podemos citar como exemplo os sistemas de pagamento, em que o primeiro dispositivo pode ser um telefone celular e o segundo dispositivo um receptor de sinal no caixa de uma loja.

5.2.4 Modos de transmissão

Existem três modos de operação na tecnologia NFC, que têm como objetivo aumentar as possibilidades do uso padrão. Eles são:

- **Leitura e gravação** – este modo tem como base a comunicação passiva e permite a leitura ou alteração de dados existentes em um dispositivo NFC. Por exemplo, um receptor que desconta créditos de um cartão.
- **Ponto a ponto** – este modo permite a troca bidirecional de informações entre dois dispositivos. Dessa forma, cada um pode receber e enviar dados, ao mesmo tempo, ao outro dispositivo. É utilizado, por exemplo, para a troca de arquivos entre dois telefones celulares.
- **Emulação de cartão** – neste modo, um dispositivo NFC pode se passar por um cartão inteligente, e o aparelho leitor não consegue distinguir um do outro.

5.2.5 Segurança do NFC

A tecnologia NFC tem o objetivo de facilitar e muito a vida do usuário, oferecendo rapidez na transferência de dados e uma implementação simples. No entanto, muito se tem pesquisado sobre a segurança na utilização dessa tecnologia, principalmente em transações de pagamento envolvendo valores.

Uma forma de transmissão que garante a segurança da comunicação é o fato de que, para dois dispositivos estabelecerem uma comunicação, é preciso que eles não estejam a mais de 10 centímetros um do outro. Em sentido contrário, segue o problema da utilização do aparelho, uma vez que a perda e o roubo de telefones celulares são comuns.

Um dos sistemas de segurança utilizados para o NFC é o SWP (*Single Wire Protocol*). Trata-se de uma interface que oferece comunicação segura entre o cartão SIM (também conhecido como *chip* de celular) e o *chip* NFC. Esse protocolo ainda não é amplamente adotado, por ainda estar em desenvolvimento. Dessa forma, atualmente, é mais certo adotar procedimentos de segurança nas aplicações, como, por exemplo, criptografia e autenticação nas transações (ALECRIM, 2013).

Resumo

A tecnologia RFID se difundiu de forma rápida e está presente em vários meios, operações de logística ou identificação de animais, de veículos e até de pessoas. No entanto, a tecnologia esbarra na falta de um padrão universal para o uso e no preço de implantação.

O NFC é uma tecnologia nova e promissora que já pode ser encontrada com facilidade no mercado. Atualmente, diversas fabricantes de aparelhos celulares já vendem dispositivos com a tecnologia. Empresas operadoras de cartões, como a Visa e a MasterCard, já utilizam a tecnologia para que seus clientes possam realizar seus pagamentos por meio dela, porém essa tecnologia ainda esbarra na pouca quantidade de estabelecimentos que estão aptos a atender a um cliente por meio do NFC.

Por outro lado, a questão da segurança é um grande desafio nas duas tecnologias, RFID e NFC. Muito se tem pesquisado, e vêm sendo propostos novos meios para garantir a segurança no uso de tais tecnologias, principalmente no que diz respeito às comunicações que envolvem valores.



Atividades de aprendizagem

1. Explique, com suas próprias palavras, o que é RFID.
2. Explique, com suas próprias palavras, o que é NFC.
3. Apresente três cenários nos quais a utilização da tecnologia RFID poderia ser utilizada.
4. Quais os principais desafios para a utilização e propagação da tecnologia RFID?

5. Explique, com suas próprias palavras, a diferença entre RFID e NFC.
6. O que as tecnologias RFID e NFC têm em comum?

Aula 6 – Realidade aumentada e QR Code

Objetivos

Conhecer os principais conceitos sobre realidade aumentada.

Entender o funcionamento da tecnologia QR Code e suas principais inovações e desafios.

6.1 Realidade aumentada

Realidade aumentada é uma tecnologia que está revolucionando a computação e a forma como os seres humanos interagem com máquinas e sistemas de computação. A tecnologia resume-se em atribuir mais personalidade para as máquinas, apresentando ao usuário imagens mais próximas da realidade, misturando a realidade com o virtual e gerando a sensação de realidade em atividades virtuais, como, por exemplo, os jogos.

Em uma abordagem mais acadêmica, podemos dizer que a realidade aumentada é uma ciência que estuda a percepção do mundo real a partir de informações e dados gerados de forma digital, tornando o irreal semelhante ao real, a ponto de os dois poderem ser confundidos um com o outro.

Durante anos, a interface das máquinas com os homens foi evoluindo. Um dos exemplos que podemos citar é a evolução da interface dos sistemas operacionais, como, por exemplo, o Windows. Algumas décadas atrás, a interface do DOS era apenas uma tela preta na qual eram digitados comandos. Na atualidade, o Windows possui uma interface interativa e de fácil usabilidade, permitindo que até usuários com poucos conhecimentos utilizem o sistema operacional. Diante desse cenário, surgiu a realidade aumentada, trazendo representações tridimensionais, mudando todos os conceitos das interfaces existentes e possibilitando interações entre homem e computador de forma mais natural.

A evolução da tecnologia de realidade aumentada tem causado euforia, principalmente, no mundo dos jogos, por proporcionar efeitos jamais vistos nas telas dos games. Mas toda essa euforia e a propagação da tecnologia esbarram no alto valor dos dispositivos usados, como, por exemplo, óculos estereoscópicos.

Hoje, a tecnologia pode ser encontrada em diversos meios, como em um filme, em uma impressora 3D e até em pinturas. Utilizando a pintura como exemplo, podemos afirmar que, quando um artista consegue passar a impressão de que o objeto pintado é um objeto real, trata-se de um trabalho de realidade aumentada. A seguir, a Figura 6.1 apresenta um exemplo de pintura de chão em 3D; quando fotografada por aparelho de telefone celular, surge a imagem em realidade aumentada.

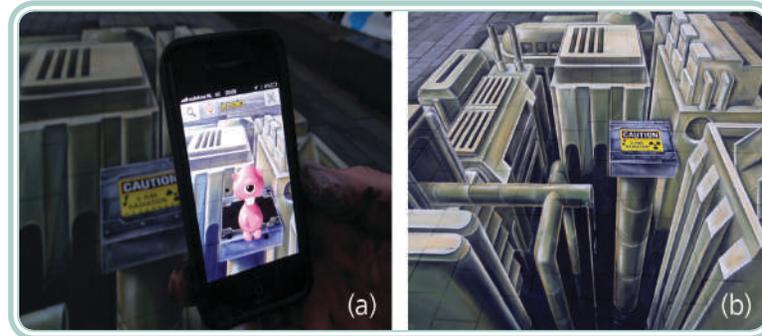


Figura 6.1: Imagem de realidade aumentada (a) e pintura 3D (b)

Fonte: (a) <http://www.zupi.com.br/wp-content/uploads/2012/09/leonkeer-2.jpg>

(b) <http://www.zupi.com.br/wp-content/uploads/2012/09/leonkeer-1.jpg>

Não podemos confundir os termos “realidade aumentada” com “realidade virtual”. A realidade virtual leva o usuário para o ambiente virtual, e a realidade aumentada mantém o usuário em seu ambiente natural, levando o ambiente virtual até o usuário, o que lhe permite interagir com o mundo virtual de maneira mais natural. Dessa forma, é possível que o usuário manipule objetos virtuais por meio de interfaces multimodais em seu próprio espaço, sem a necessidade de migrar para um ambiente totalmente virtual (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006).

6.1.1 Como funciona

A realidade aumentada não se restringe a uma única maneira de ser utilizada e aplicada. A cada dia surgem inovações nesse campo, mas podemos citar aqui três componentes básicos para a sua existência: objeto real, dispositivo de imagem e *software* de realidade aumentada. A seguir, entenderemos cada um destes componentes.

- **Objeto real** – para termos uma realidade aumentada, é necessário um objeto real com algum tipo de marcação que possa servir de referência, possibilitando que o objeto seja interpretado e, a partir disso, possa ser criado o objeto virtual.

- **Dispositivo de imagem** – é necessário ter uma câmera ou outro dispositivo que seja capaz de capturar e transmitir a imagem do objeto real para outro dispositivo que possua *softwares* capazes de criar um objeto virtual.
- **Software de realidade aumentada** – é necessário um *software* que seja capaz de interpretar o sinal transmitido pelo dispositivo de imagem. Esse componente é o responsável por criar o objeto virtual.

O processo de criação de um objeto virtual pode ser dividido em quatro passos, descritos a seguir:

- Primeiramente, deve-se posicionar o objeto real de forma que uma câmera capte sua imagem e transmita para o equipamento que fará a interpretação (computador).
- No segundo passo, a câmera deve capturar as imagens do objeto real, em tempo real, e enviar para o *software* que criará o objeto virtual.
- No terceiro passo, o *software* gerará o objeto virtual.
- Por fim, o objeto virtual gerado pelo *software* é apresentado sobreposto ao objeto real, de forma que os dois pareçam ser apenas um único objeto.

6.1.2 Aplicações

O campo de aplicação da realidade aumentada é ilimitado. Essa tecnologia pode ser utilizada em diversas áreas, como entretenimento, jogos altamente interativos, medicina em forma de cirurgias remotas, indústria automobilística, etc. Podem ser encontradas milhares de aplicações dessa tecnologia e, com o avanço apresentado nos últimos anos, a cada dia surgirão mais aplicações de realidade aumentada. A seguir, serão apresentados alguns exemplos práticos da aplicação dessa tecnologia:

- **Tamagotchi** – um exemplo clássico que marcou época na utilização da realidade aumentada, data da década de 1990. Esse dispositivo virou febre entre os adolescentes da época e ainda hoje deixa saudade aos seguidores da tecnologia. O tamagotchi era um dispositivo que simulava um animal de estimação ou, para alguns, poderia ser comparado a um bebê recém-nascido, sendo que o usuário era responsável pela alimentação e cuidados do bichinho virtual.



Figura 6.2: Tamagotchi

Fonte: <http://mathutando.com.br/wp-content/uploads/2015/12/bichinho.jpg>

- **Mapeamento superficial de veias subcutâneas** – resume-se na captura de imagens de veias por câmaras infravermelhas, processadas por um computador e projetadas sobre a pele. Este processo ajuda a melhorar métodos tradicionais, como coleta de sangue, punções venosas, etc.



Figura 6.3: Localização de veias por infravermelho

Fonte: http://1.bp.blogspot.com/_5kW7KnwF0wg/TKJC5KzohwI/AAAAAAAAASE/a62fyIBH648/s1600/re_2.jpg

Em 2014, a empresa Google lançou uma pulseira que projeta a tela de smartphones no braço do usuário. Esta pulseira projeta a imagem e possibilita o uso de todos os aplicativos do aparelho por meio de toque na projeção. A pulseira conta com entrada USB e é impermeável, o que possibilita o seu uso até mesmo na água. A pulseira possui um acelerômetro e oito pequenos sensores que são capazes de identificar os toques na pele e a posição dos dedos do usuário. Para que o dispositivo seja acionado, é necessário apenas girar o pulso em que está a pulseira e manter o punho cerrado. A seguir, na Figura 6.4, apresentamos a pulseira da Google.

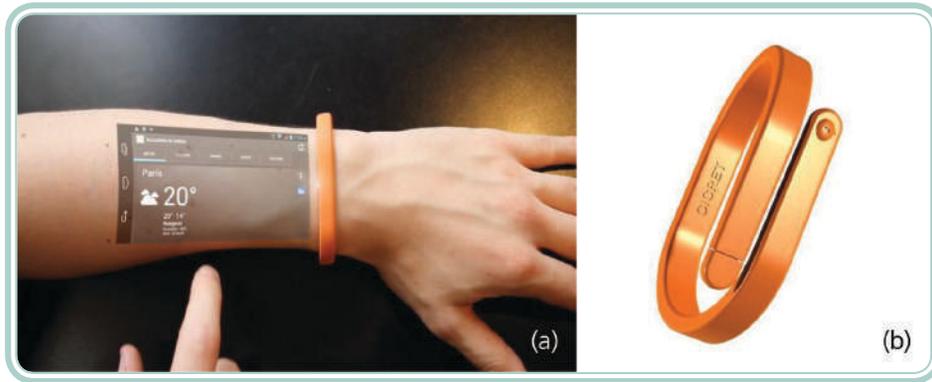


Figura 6.4: Projeção da pulseira Cigaret Bracelet (a) e detalhe da pulseira Cigaret Bracelet da Google (b)

Fonte: (a) http://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2014/12/20141202141835.jpg
 (b) http://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2014/12/20141202141646_660_420.jpg

- **Apoio a tarefas complexas em cirurgias** – a realidade aumentada pode ser utilizada para inserir informações adicionais no campo de visão em cirurgias médicas, de forma a possibilitar a visualização de objetos de difícil observação. Na Figura 6.5, é apresentado um exemplo de *tablet* utilizado para visualizar os vasos sanguíneos de um coração.

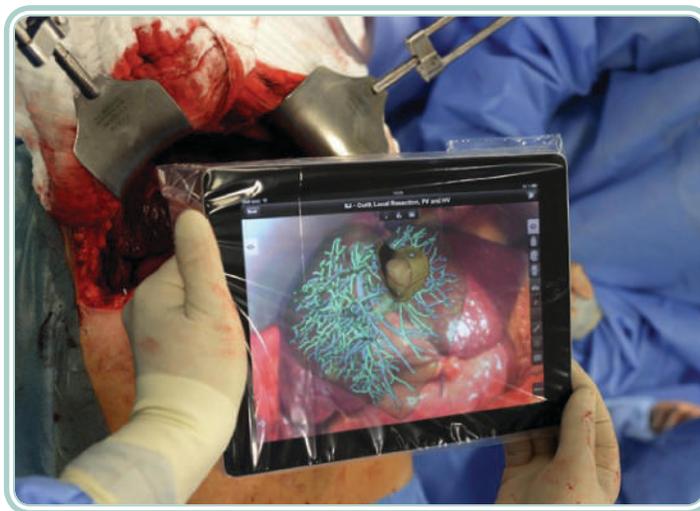


Figura 6.5: Realidade aumentada em cirurgia cardíaca

Fonte: <http://s2.glbimg.com/lXrxQnyo2A4RvacSrBNEJnCK4cc=s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2013/08/20/tablet.jpg>

- **Dispositivos de navegação** – a realidade aumentada também vem sendo utilizada em dispositivos de navegação, em diversos meios, como, por exemplo, carros e aeronaves. A navegação se torna realidade através de visores dotados de realidade aumentada, que podem ser integrados aos capacetes dos usuários ou, até mesmo, em para-brisas de veículos. A Figura 6.6 mostra um exemplo de um para-brisa exibindo informações ao motorista.



Figura 6.6: Realidade aumentada em veículos

Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-Y0tt91IZYoc/UZ5s43LItvl/AAAAAAAAEKY/teLNgJZ6pJc/s1600/BMW-HUD-Display.jpg>

- **Serviços militares** – no campo militar, são diversas as formas de aplicação da realidade aumentada, como, por exemplo, mapas e informações de inimigos ou de soldados no campo de batalha, tudo podendo ser atualizado em tempo real. Na Figura 6.7, é apresentado um mapa por realidade aumentada.



Figura 6.7: Mapa feito por realidade aumentada

Fonte: (a) <http://a2.mzstatic.com/us/r30/Purple/v4/03/b8/0d/03b80df9-c0f4-65eb-17be-a023142c0379/screen568x568.jpeg>
 (b) <http://a4.mzstatic.com/us/r30/Purple/v4/cb/5b/8d/cb5b8d17-472b-e6b5-409e-ff499e8a720a/screen568x568.jpeg>

- **Simulação** – a realidade aumentada também é utilizada no desenvolvimento de simuladores, como simuladores de voos para treinamento de pilotos. A Figura 6.8 apresenta um exemplo de um simulador de voo.



Figura 6.8: Simulador de voo

Fonte: http://csufes20092.pbworks.com/w/page/5335740/f/1259664276/2129_1.jpg

6.2 QR Code

O QR Code é um código de barras bidimensional que pode ser interpretado por aparelhos de telefone celular, por meio da câmera de vídeo. Muitos aparelhos já suportam a tecnologia. O código é convertido em texto, podendo conter qualquer informação que o usuário queira utilizar. A seguir, a Figura 6.9 apresenta um exemplo de QR Code.



Figura 6.9: QR Code

Fonte: <http://s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2011/05/17/qrcode.jpg>

Essa tecnologia foi desenvolvida em 1994, por uma empresa japonesa (Denso-wave), com o objetivo de catalogar peças de produção de automóveis em um determinado estoque de peças. Hoje, o QR Code é utilizado em diversas áreas, como, por exemplo, controle de estoque; publicidade; envio de pequenas mensagens, de forma a garantir o segredo de seu conteúdo; etc. Existem diversos padrões para o QR Code, mas o padrão universal é o ISO/IEC 18004, que foi aprovado em junho de 2000. O QR Code é aberto para o uso e permite que seja armazenada uma quantidade determinada de caracteres. A seguir, listamos alguns:

- Numéricos: 7.089.
- Alfanuméricos: 4.296.
- Binários: 2.953.
- Kangi/Kana (alfabeto japonês): 1.817.

A seguir, é apresentada a tela de um gerador de códigos QR Code. O exemplo apresentado gera um QR Code de texto, em que o usuário insere um texto de até 256 caracteres e manda gerar o código.



Figura 6.10: Geração de QR Code

Fonte: <http://s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2011/05/17/geracao.jpg>

Para que o QR Code gerado seja escaneado e o texto seja visualizado pelo usuário, é preciso um telefone celular com câmera e um *software* específico para essa tarefa. Na internet há várias opções de *softwares* para gerar e ler QR Codes.

Resumo

Realidade aumentada é uma tecnologia que está revolucionando a computação e a forma como os seres humanos interagem com máquinas e sistemas computacionais. A tecnologia resume-se em atribuir mais personalidade para as máquinas, apresentando ao usuário imagens mais próximas da realidade, misturando a realidade com o virtual e gerando a sensação de realidade em atividades virtuais, como, por exemplo, os jogos.

Ainda nessa aula, foi apresentado também o QR Code, outra tecnologia que está em expansão, principalmente para campanhas comerciais.

Estão disponíveis algumas opções de *softwares* para o escaneamento de QR Codes no *link*: <http://www.mobile-barcodes.com/qr-code-software/>

Atividades de aprendizagem



1. Defina, com suas próprias palavras, o que é realidade aumentada.
2. Cite três exemplos da utilização de realidade aumentada.
3. Quais os principais desafios para a expansão da realidade aumentada?
4. Cite uma vantagem da utilização de realidade aumentada.
5. Defina o que é QR Code e cite as suas principais funções.

Aula 7 – Inteligência artificial e computação quântica

Objetivos

Conhecer as áreas tecnológicas de inteligência artificial e computação quântica, suas principais aplicações e seus benefícios para a sociedade.

7.1 Inteligência artificial

A Inteligência Artificial (IA) surgiu na década de 1950 e, desde então, muitos são os esforços em pesquisas na área, o que proporcionou a sua evolução. O termo foi criado pelo pesquisador americano John McCarthy e significa que máquinas e computadores têm a concepção do mundo real, simulando a inteligência humana em todos os sentidos. A inteligência artificial está presente no dia a dia da humanidade em diversas áreas e possui muitas aplicações, desde *softwares* a robôs inteligentes. No decorrer dessa aula, conheceremos algumas dessas aplicações.

Inteligência Artificial é um ramo da ciência da computação que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas, enfim, a capacidade de ser inteligente (CÍRIACO, 2008).

A área de pesquisa da inteligência artificial é abrangente e é aplicada em praticamente todas as áreas da tecnologia. A primeira aplicação a ganhar grande destaque foi o script “Eugene Goostman”, um *software* que é capaz de interpretar linhas de texto e que ficou conhecido por ter passado pelo teste de Turing. Foram publicadas diversas notícias relacionadas ao Eugene, e pesquisadores chegaram a afirmar que sua inteligência seria semelhante a de um humano com cerca de 13 anos de idade. A seguir, na Figura 7.1, é mostrada a tela do *software* Eugene.



Figura 7.1: Eugene Goostman

Fonte: <http://s2.glbimg.com/F3wZ8p4GKhKf0uk8Qf-102yVs3k=/0x0:694x388/695x389/s.glbimg.com/po/tt2/ff/original/2014/06/16/eugene-12.jpg>

A inteligência artificial é criada por meio de programas de computador. Um programa comum apresenta respostas e realiza ações predeterminadas. Em outra vertente, para que um programa de computador seja considerado inteligente, ele deve ter a capacidade de aprender, seja a partir de informações apresentadas, seja por percepção do mundo real. Assim, são desenvolvidos *softwares* para controlar robôs e outros dispositivos providos de inteligência. As técnicas de aprendizagem são diversas, como, por exemplo, regras de aprendizagem, redes neurais, computação evolutiva, redes semânticas, lógica, algoritmos genéticos e busca heurística (RODRIGUES; SOUZA, 2011).

7.1.1 Aplicações

Com o desenvolvimento tecnológico e a evolução de pesquisas em inteligência artificial, essa tecnologia acabou se tornando presente em nosso dia a dia. Agora, conheceremos algumas aplicações da inteligência artificial e algumas contribuições para a sociedade, assim como algumas de suas desvantagens.

Cynthia Breazeal, pesquisadora e professora do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), nos Estados Unidos, desenvolveu um projeto, nos anos 1990, que produziu o robô chamado de "Kismet". Ele é capaz de expressar emoções que se desenvolvem automaticamente, além de realizar e reproduzir emoções humanas através de gestos, movimentando o pescoço, olhos, sobrancelhas, lábios, orelhas e toda a cabeça. O conceito de inteligência artificial no Kismet é de que esses movimentos efetuados pelo robô são desenvolvidos automaticamente, sem a intervenção humana. Na construção do *hardware* desse robô, foram gastos cerca de 25 mil dólares. A seguir, na Figura 7.2, é apresentado o Kismet.

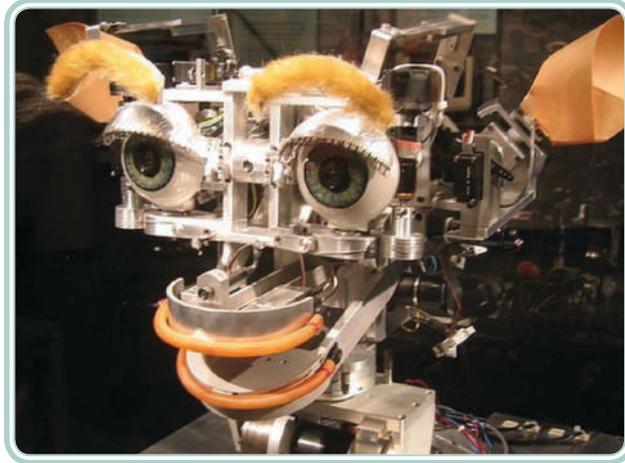


Figura 7.2: Robô Kismet

Fonte: http://s2.glbimg.com/8sNebYH3loSY70-A_u1PxW57Xjc=/0x0:695x529/695x529/s.glbimg.com/po/tt2/f/original/2014/06/16/inteligencia-artificial-2.jpg

Na atualidade, os robôs desenvolvidos apresentam aparência mais futurista, mas vale salientar que nem todo robô possui inteligência artificial; a maioria deles é programado para efetuar atividades já determinadas e é limitada a somente estas. Para que seja considerado um robô inteligente, é preciso que suas ações sejam determinadas pelo ambiente ou que ele possa aprender com o ambiente ou informações externas.

Na indústria, robôs dotados de inteligência artificial têm grande aceitação. O objetivo é que eles executem tarefas perigosas, que possam colocar em risco a integridade de um operário. Alguns veem essa adoção com maus olhos, porque ocasionaria a substituição da mão de obra humana por máquinas, ocasionando o desemprego. Na Figura 7.3, é apresentado um robô atuando na montagem de veículos.



Figura 7.3: Robô na montagem de veículos

Fonte: http://s2.glbimg.com/K-G5GQuM-D1tv55mmCdidPzXX90=/s.glbimg.com/og/rg/f/original/2013/05/09/linha_de-montagem_606_455.jpg

Outra área que aderiu ao uso de robôs dotados de inteligência foi a militar. Diversos dispositivos são utilizados em combates e tarefas rotineiras consideradas de risco, como, por exemplo, desarme de explosivos, mapeamento de campo de combate ou de possíveis alvos e até bombardeios. No setor militar, podemos citar como destaque dois dispositivos, os soldados robôs e os aviões inteligentes, que também podem ser chamados de drones (aeronaves não tripuladas). Os soldados robôs podem captar informações por câmeras e até efetuar ataques em localidades de alto risco, evitando, assim, colocar a vida de soldados humanos em risco na execução de tais atividades. Na Figura 7.4, é apresentado um modelo de robô utilizado por militares.



Figura 7.4: Robô militar

Fonte: <http://www.osul.com.br/wp-content/uploads/2015/07/robotoo.jpeg>

Os drones estão se expandindo no meio militar e, ao mesmo tempo, gerando medo para muitos, pelo fato de não chamarem a atenção e serem quase invisíveis, visto o seu tamanho reduzido e a capacidade de realizar tarefas como captura de imagens de alta definição e ataques aéreos com armas bélicas, além de grandes voos. Os drones utilizados na atualidade ainda não são dotados de inteligência artificial, mas já são realizadas pesquisas nesse sentido. Em um futuro não muito distante, poderemos nos deparar com drones dotados dessa tecnologia. Na Figura 7.5, é apresentado um drone militar.



Figura 7.5: Aeronave militar não tripulada

Fonte: http://internacional.estadao.com.br/blogs/radar-global/wp-content/uploads/sites/136/2009/12/drone_ap.jpg

Na medicina, os robôs estão presentes de diversas formas, desde o apoio a idosos e deficientes até cirurgias complexas. Normalmente, são controlados por controles remotos ou por comandos de voz. Alguns mais modernos são programados para reconhecer gestos e comandos de voz, a exemplo do apoio a idosos, em que, a partir da identificação de movimentos bruscos do idoso, como uma queda, o robô pode identificar a necessidade do acionamento de serviços de emergência e entrar em contato com alguém, solicitando ajuda ao idoso. Na Figura 7.6, é mostrado um exemplo de robô utilizado no auxílio a pessoas deficientes.

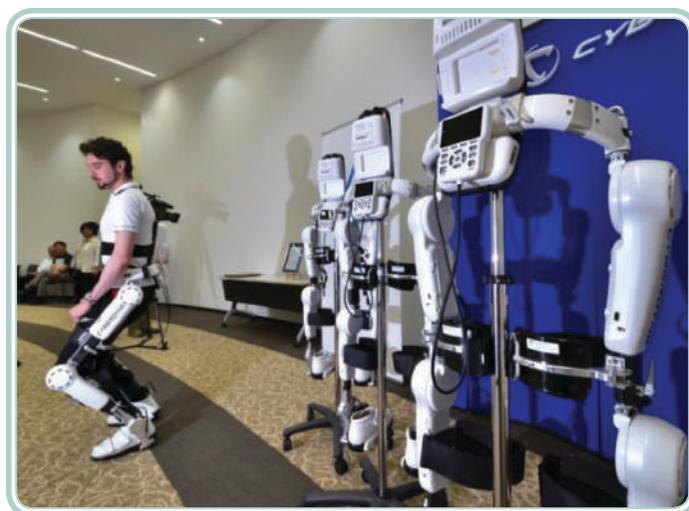


Figura 7.6: Robô utilizado no tratamento de deficientes físicos

Fonte: <http://pessoascomdeficiencia.com.br/site/wp-content/uploads/2014/05/Robo-de-auxilio-da-Cyberdyne-Imagem-Reproucao-630x453.jpg>

Robôs inteligentes também são utilizados para realizar atividades domésticas. Alguns são capazes de cumprir tarefas a partir da identificação de características do ambiente. Por exemplo, havendo lixo em determinado ambiente, o robô entenderá que este ambiente necessita de limpeza. A Figura 7.7 apresenta um robô doméstico.



Figura 7.7: Robô doméstico

Fonte: <http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/foto/0,,19195452-FMM,00.jpg>

Anualmente, desde 1996, é promovida a “RoboCup”, que é um torneio mundial de robôs. Nesse evento, diversos times oriundos de vários países apresentam seus robôs, em sua maioria, dotados de inteligência artificial, todos com o intuito de competir em jogos de futebol de robôs. A seguir, são mostradas algumas imagens de robôs apresentados na RoboCup.



Figura 7.8: Robôs em ação na RoboCup

Fonte: <http://www.robocup.org/>

7.1.2 O futuro

Depois de tantas vantagens e mudanças apresentadas pela inteligência artificial, há quem duvide se realmente esse desenvolvimento de inteligência computacional contribuirá para a evolução da humanidade. Recentemente, no dia 2 de dezembro de 2014, o físico britânico Stephen Hawking disse, em uma entrevista, que a inteligência artificial é uma ameaça à raça humana.

Hawking explicou que reconhece os benefícios que as máquinas trazem ao dia a dia da humanidade, por exemplo, ele mesmo utiliza um sistema de voz para se comunicar. Mas o físico, também, afirmou que se sente receoso com o fato de cientistas trabalharem com o objetivo de tornar as máquinas pensantes, simulando a mente humana.

Segundo Hawking, os seres humanos são limitados pela evolução biológica lenta e não conseguiriam competir com máquinas superinteligentes. Ele afirmou, ainda, que a inteligência humana seria desbancada facilmente, caso muitas das pesquisas em inteligência artificial se tornem realidade.

O bilionário Elon Musk, fundador da Tesla e SpaceX, foi ainda mais além: recentemente, em uma de suas palestras, ele afirmou que, ao propagarmos

a evolução da inteligência artificial, estaríamos invocando o próprio demônio. Musk afirma que dar inteligência às máquinas é condenar a humanidade à escravidão tecnológica e teme que as máquinas se tornem tão inteligentes que superem a inteligência humana e, conseqüentemente, dominem os homens.

Meira (2013a) ressalta que o medo sobre o futuro da inteligência artificial, descrito por alguns pesquisadores, não se concretizará, pelo menos nas próximas décadas. Ele afirma, ainda, que o grande avanço da inteligência artificial ainda não foi capaz de criar máquinas 100 % autônomas e capazes de igualar ou superar a inteligência humana sem receber instruções de humanos. É possível que aconteça, mas não em um futuro próximo.

7.2 Computação quântica

Os computadores da atualidade são baseados na arquitetura de Von Neumann. Nesta arquitetura, os componentes dos computadores são divididos em dispositivos de processamento e dispositivos de armazenamento. Dessa forma, possuem processador e memória comunicando-se com o processamento, sendo realizado de forma sequencial.

No entanto, a tecnologia atual limita a evolução tecnológica, como, por exemplo, a evolução da inteligência artificial, que necessita de computadores com grande capacidade de processamento para suportar o seu avanço. A partir desse cenário, surgiu a necessidade de ir além da tecnologia atual, surgindo a computação quântica.

De acordo com Vianna (2013), a computação quântica é a ciência que estuda o uso da Mecânica Quântica para a realização de processamento computacional. Essa tecnologia se mostra uma opção viável para o aumento na capacidade de processamento computacional, porém ainda é uma tecnologia experimental. Dessa forma, ainda levará alguns anos, ou dezenas deles, para que os computadores quânticos de tornem reais no mundo dos computadores pessoais.

A computação quântica é uma verdadeira quebra de paradigmas. Enquanto na computação convencional existem problemas não resolvíveis, na computação quântica literalmente não existem problemas não resolvíveis por falta de capacidade de processamento.

A unidade de informação na computação quântica é conhecida como bit quântico (q-bit). A computação quântica pode parecer um pouco confusa, pelo fato de poder assumir tanto o valor 0 quanto o 1 ao mesmo tempo,

diferentemente da computação convencional, em que somente um valor pode ser assumido por vez. Da mesma forma que a computação convencional, na computação quântica utilizam-se circuitos quânticos:

- **Entrada** – consideram-se conjuntamente os q-bits de entrada, o que é chamado de produto tensorial na matemática.
- **Linhas horizontais** – as linhas que aparecem não são, necessariamente, fios. Elas apresentam a evolução de um q-bit, podendo ser apenas a passagem do tempo ou, por exemplo, o deslocamento de um fóton.
- **Sentido** – o circuito descreve a evolução do sistema quântico no tempo, da esquerda para a direita.
- **Linhas verticais** – as linhas verticais informam que o circuito atua simultaneamente nos dois q-bits. O sincronismo é representado pela linha vertical, e não pelo envio de informação.
- **Controle** – no controle, é indicado que o q-bit representado nessas linhas é um q-bit de controle.
- **Saída** – a saída do circuito é composta por q-bits que podem ou não ser medidos.

Como foi apresentado, operações lógicas podem ser descritas por um circuito quântico. Nestes circuitos, podem ser utilizadas as portas lógicas, que são empregadas na computação clássica, mas também podem ser utilizadas outras portas, que chegam a permitir, por exemplo, a construção de um possível circuito para o teletransporte de dados.

O primeiro computador quântico foi desenvolvido pela empresa D-Wave, no Canadá. A proposta do computador da D-Wave é acelerar o processamento, mantendo as CPUs em temperaturas perto de zero. Por outro lado, existem pesquisadores que não consideram o computador D-Wave como um computador quântico, por não utilizar os fenômenos da Física Quântica na atividade de processamento de forma direta (VIANNA, 2013).

A primeira máquina comercialmente disponível foi o D-Wave One (DW1), que dobrou a capacidade de processamento dos supercomputadores. Atualmente, o seu substituto, o D-Wave Two (DW2), é 300 vezes mais poderoso que o DW1.

Essa conclusão surgiu após o DW2 atingir 100 soluções em meio segundo durante um teste comparando as duas máquinas. A seguir, na Figura 7.9, é apresentado o computador DW2.



Figura 7.9: Computador DW2

Fonte: <https://ricristo.files.wordpress.com/2014/06/d-wave2.jpg?w=595&h=334>

O DW2 necessita de condições especiais para funcionar, como a temperatura de operação, que é de apenas 0,02 Kelvin (perto de 0 absoluto), sob um vácuo 10 bilhões de vezes mais baixo que a pressão atmosférica. Como visto na Figura 7.9, o dispositivo ocupa pouco espaço (dez metros quadrados) e o seu consumo de energia é de 15,5 kW. O DW2 já pode ser adquirido, inclusive já o foi por algumas empresas, como a Google e a Nasa. No entanto, a D-Wave não disponibilizou os valores do computador, mas a BBC estima que o valor foi algo em torno de 34,7 milhões (VIANNA, 2013).

No dia 1º de setembro de 2011, foi criado o primeiro simulador quântico da história. O projeto foi proposto por Richard Feynman, há cerca de trinta anos antes de sua criação. Cientistas austríacos foram os responsáveis pela construção do simulador e afirmam que ele é quase tão rápido quanto a luz. O simulador consiste em uma memória composta por íons presos, que são controlados por pulsos laser, o que permite o processamento de imensas quantidades de informação, tudo isso a uma velocidade próxima à velocidade da luz, e isso com apenas alguns bits de memória.

A empresa Google disponibilizou um simulador quântico *on-line*, que está disponível a todos que queiram ter uma ideia de como pode ser o uso de um computador quântico. Enquanto a tecnologia quântica não passa de experimentos, o que resta a nós é simular o seu uso. Na Figura 7.10, apresentamos a tela do simulador da Google, o Quantum Playground.



O simulador da Google está disponível no link: <http://qcplayground.withgoogle.com/#/home>

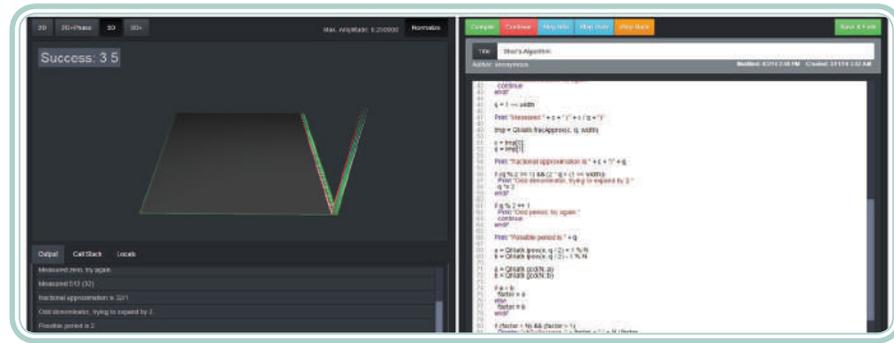


Figura 7.10: Quantum Playground

Fonte: <http://qplayground.withgoogle.com/#/playground/5191954035900416>

7.3 Nanotecnologia

Nanotecnologia é o estudo de manipulação de matéria em escala atômica e molecular. É a ciência que desenvolve pesquisas nas propriedades especiais dos materiais de tamanho nanométrico. Um dos principais objetivos da tecnologia é criar novos materiais, produtos e processos a partir da capacidade moderna de ver e manipular átomos e moléculas (BRITO, 2014).

A nanotecnologia surgiu a partir da década de 1950. O maior impulso veio nas décadas de 1980 e 1990, gerado pelo apoio de governos dos países mais desenvolvidos. Na prática, a nanotecnologia já conta com quatro décadas de existência. Na atualidade, muitos governos investem em pesquisa e desenvolvimento da nanotecnologia, assim como há também os investidores privados, liderados pelas grandes empresas de pesquisa tecnológica. A nanotecnologia é um sinônimo de inovação, o diferencial em diversas áreas, e é em busca desse diferencial que muitas empresas privadas investem em pesquisas nessa área.

Na nanotecnologia, a base de medida é o nanômetro, a unidade de medida utilizada. Um nanômetro equivale a um bilionésimo de metro, o que oferece grandes oportunidades para a ciência, mas também traz grandes desafios para os pesquisadores da área. Um desses desafios é o fato de que poucos laboratórios e indústrias possuem equipamentos que conseguem lidar com essa tecnologia. Um dos motivos para essa escassez é o alto custo de equipamentos de alta precisão, compatíveis com a nanotecnologia (BRITO, 2014).

Um ótimo exemplo de aplicação da nanotecnologia é a possibilidade de aperfeiçoar os efeitos de remédios, levando-os diretamente para o local onde se encontra o problema-alvo dentro do corpo. Dessa forma, diminuem-se os efeitos dos remédios em outras partes do corpo e acelera-se a recuperação do paciente, visto que o remédio vai diretamente ao problema.

Mesmo que a nanotecnologia ainda seja um sonho para muitos ou uma realidade distante, já existem produtos que foram desenvolvidos com o uso dessa ciência. Podemos citar, como destaque, os microprocessadores. A cada evolução nos microprocessadores, é necessário usar um novo processo de produção, com uma escala menor. Os microprocessadores evoluíram e diminuíram tanto o seu tamanho que seus fabricantes foram obrigados a utilizar a nanotecnologia, para garantir a continuidade da evolução de seus produtos. A seguir, na Figura 7.11, é apresentado um microprocessador produto do uso da nanotecnologia.

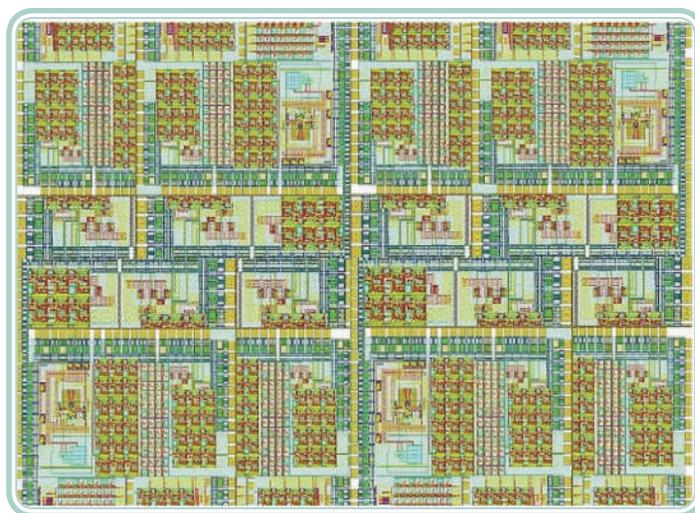


Figura 7.11: Circuito integrado aumentado 2.400 vezes

Fonte: <http://s.glbimg.com/po/tt/f/original/2013/03/09/circuito.jpg>

A nanotecnologia também está presente em outras áreas e produtos, como, por exemplo, equipamentos médicos: cateteres, válvulas cardíacas, marca-passos, implantes ortopédicos, protetores solares, sistemas de filtração do ar, vidros autolimpantes, coberturas resistentes aos arranhões, limpadores de piscina, etc.

Resumo

A inteligência artificial é a ciência que estuda e tenta simular a inteligência humana em máquinas e programas de computadores. A aplicação dessa tecnologia é vasta e já ganha espaço em muitas áreas, como medicina, indústria e robótica. São inúmeros os benefícios que *softwares* e máquinas podem proporcionar, por exemplo, robôs podem executar tarefas perigosas no lugar de um homem, reduzindo, assim, o risco de vida de alguém. Mesmo diante de tantos benefícios, alguns ainda temem pela evolução dessa ciência, que, segundo eles, reside na possibilidade de as máquinas se tornarem mais inteligentes que os humanos, ideia descartada por Meira (2013a).

Podemos considerar a computação quântica um processo natural da evolução dos computadores e da tecnologia, visto que, desde a década de 1950, a velocidade de processamento tem aumentando de forma acelerada. Na atualidade, os computadores convencionais atendem às necessidades humanas. Porém, algumas aplicações requerem maior capacidade de processamento, o que torna a computação quântica promissora, particularmente para algumas tecnologias em específico, como, por exemplo, a inteligência artificial.

A nanotecnologia é uma área que conta com um futuro promissor, mas esbarra em aspectos sociais e ambientais. Podemos citar, entre esses desafios, a discussão sobre a toxicidade, o impacto ambiental causado pelo uso de nanomateriais e os potenciais efeitos disso na economia global.

As tecnologias estudadas nessa aula sempre são associadas a pesquisas científicas. Muitos pesquisadores afirmam que, ao serem utilizadas em conjunto, elas podem produzir capacidade de processamento e inteligência para as máquinas jamais idealizadas pela humanidade.



Atividades de aprendizagem

1. O que é inteligência artificial?
2. Cite três exemplos do uso de inteligência artificial no dia a dia das pessoas.
3. Cite três benefícios proporcionados pela utilização de inteligência artificial.
4. O que é computação quântica?
5. O que é nanotecnologia?

Referências

ADJUTO, Graça. **Anatel faz leilão para banda larga 4G**. 2014. Disponível em: <http://info.abril.com.br/noticias/mercado/2014/09/anatel-faz-leilao-para-banda-larga-4g.shtml?utm_campaign=home-dell&utm_medium=square-dell&utm_source=square-dell>. Acesso em: 12 nov. 2014.

ALECRIM, Emerson. **O que é NFC**. 2013. Disponível em: <<http://www.infowester.com/nfc.php>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

BRITO, Edivaldo. **Saiba o que é nanotecnologia e como ela pode mudar o futuro**. 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/03/saiba-o-que-e-nanotecnologia-e-como-ela-pode-mudar-o-futuro.html>>. Acesso em: 5 dez. 2014.

CÍRIACO, Douglas. **O que é inteligência artificial?**. 2008. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/pdf/1039-o-que-e-inteligencia-artificial-.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2014.

GOMES, Paulo. **Telefonia móvel 4G**. 2012. Disponível em: <<http://pgomes.com.br/arquivos/85c16958e429404092d2e2752f47e78f.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

HAMMERSCHMIDT, Roberto. **O que é 3G?**. Tecmundo, set. 2008. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/celular/226-o-que-e-3g-.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2015

LEON, André. **Convergência digital: mídias integradas**. 2009. Disponível em: <<http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-11-14-14-53-19.pdf>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MEIRA, Silvio Lemos. **Novos Negócios inovadores de crescimento empreendedor no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2013a.

_____. **Previsões 2: grandes tendências**. 2013b. Disponível em: <<http://boletim.de/silvio/previsoes-2-grandes-tendencias/>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

NEVES, Carmen M. de Castro. **Educar com TICs: o caminho entre a excepcionalidade e a invisibilidade**. 2009. Disponível em: <<http://www.senac.br/BTS/353/artigo-02.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2014.

PACIEVITCH, Thais. **Tecnologia da informação e comunicação**. 2014. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/informatica/tecnologia-da-informacao-e-comunicacao/>>. Acesso em: 25 out. 2014.

RINCO, Maiquel Alexandro Goelzer. **Protótipo de comunicação Bluetooth IEEE 802.15.1 em tecnologia móvel**. 2013. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/prototipo-de-comunicacao-bluetooth-ieee-802-15-1-em-tecnologia-movel-parte-01/7808>>. Acesso em: 25 out. 2014.

RODRIGUES, Ricardo B. et al. A cloud-based recommendation model. In: EURO AMERICAN CONFERENCE ON TELEMATICS AND INFORMATION SYSTEMS, 7., 2014. **Proceedings...** 2014.

RODRIGUES, Ricardo B.; SOUZA, Sofia M. Implementação de um teste de aptidão vocacional inteligente utilizando redes neurais. In: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO - ENACOMP, 8., 2011, Catalão. **Anais...** Catalão, GO, 2011.

SGANZERLA, Andrei Ricardo; RUCKER, Lauro Henrique de Aquino. **Estudo comparativo entre as redes 3G e 4G.** 2010. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS09A/Andrei%20Ricardo%20Sganzerla%20-%20RSS09A.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2014.

SILVA, Davidson Fellipe. **Sistema de comunicação bluetooth usando microcontrolador PIC.** 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/davidsonfellipe/sistema-de-comunicacao-bluetooth-usando-microcontrolado-pic>>. Acesso em: 7 nov. 2014.

TANENBAUM, Andrew S.; WETHERALL, David. **Redes de computadores.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUTO, Robson. Fundamento e tecnologia de realidade virtual e aumentada. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, 13., 2006, Belém. **Anais...** Belém, PA, 2006.

VIANNA, Luiz Bruno. **Computação quântica.** Info Escola, 2013. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/computacao-quantica/>>. Acesso em: 6 dez. 2014.

Currículo do professor-autor

Ricardo Batista Rodrigues é mestre em Ciência da Computação pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIn/UFPE), com ênfase em Engenharia de Software e Linguagens de Programação; especialista em Engenharia de Software pela Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Marabá (Facimab); e bacharel em Ciência da Computação pelo Centro Universitário UnirG. Tem experiência em docência na área de programação, redes de computadores, empreendedorismo, gestão e inovação de sistemas de informação e tecnologias em comunicação. Atua como pesquisador em Engenharia de Software, computação em nuvem e linguagens de programação, com ênfase em sistemas em nuvem e sistemas de recomendação.



