



O AMBIENTE VIRTUAL NO PROCESSO DE REABILITAÇÃO FÍSICA

BOECHAT, Júlio César dos Santos

Estudante de doutorado do Programa de Pós- Graduação em Cognição e Linguagem - UENF
julioboecat@yahoo.com.br

MANHÃES, Fernanda Castro

Pós Doutoranda do Programa de Pós- Graduação em Cognição e Linguagem - UENF
castromanhaes@gmail.com

GAMA FILHO, Reubes Valério

Pós Doutorando do Programa de Pós- Graduação em Cognição e Linguagem - UENF
reubesgama@bol.com.br

573

RESUMO

Impulsionado pelo crescimento das TIC's - Tecnologias da Informação e Comunicação no Ambiente Virtual, temos a possibilidades de buscar métodos que possam inovar e ampliar recursos já existentes nas diversas áreas de concentração da sociedade. Nesta perspectiva o presente trabalho traz um breve embasamento científico de abordagem qualitativa e de acordo com o objetivo possui caráter exploratório, utilizando como procedimento técnico um levantamento bibliográfico que busca demonstrar como a utilização do ambiente virtual pode ser uma importante ferramenta para contribuir no processo de reabilitação física com conseqüente complicação motora e perdas cognitivas funcionais. Pode-se observar que o ambiente virtual favorece a uma maior entrega e despreocupação pelos usuários na realização das tarefas pelo foco dado ao objetivo da tarefa, caracterizando o aspecto da imersão o que contribui para tornar o processo de reabilitação menos penoso.

Palavras chave: Ambiente virtual, reabilitação física e perdas cognitivas funcionais.



1 O AMBIENTE VIRTUAL COMO INSTRUMENTO DE REABILITAÇÃO

A profunda transformação vivida pela sociedade impulsionada por uma revolução de ordem tecnológica é um processo irreversível que exige nova postura em vista a obtenção de informações e conhecimentos.

Estamos inseridos no século XXI, iniciando o terceiro milênio, onde o homem se percebe, subitamente, inserido em acontecimentos de importância histórica que estão transformando o cenário social da vida humana. A transformação do mundo é impulsionada por uma revolução de ordem tecnológica centrada nos processos de informação e da comunicação que geram incessantes mudanças nas organizações e no pensamento humano e descortinam um novo universo no cotidiano das pessoas.

Crenças como essas só fazem potencializar os novos meios de comunicação e da informação possibilitando a ampliação do conhecimento e colocando a humanidade diante de uma verdade da qual não se pode escapar: os valores, as atitudes e os modos de pensamento estão sendo condicionados por um novo pensamento moldado pelas tecnologias e recursos comunicacionais. (SOUZA, 2004)

Com a mundialização, o mundo ficou pequeno e as tecnologias propõem o início da interatividade e, à medida que novas tecnologias vão surgindo, é necessário que nos atualizemos em busca das novidades, se assim não for, ficaremos marginalizados nessa nova sociedade onde um paradigma inovador impõe a informação como condição máxima de sobrevivência. (SOUZA, 2008)

A interdisciplinaridade requerida pelo processo de mundialização contribui para que diferentes áreas privilegiem-se dos avanços da tecnologia para treinamento e educação de pessoas portadoras de necessidades especiais, visando a melhoria de sua qualidade de vida. (COSTA e CARVALHO, 2000)

O sucesso do uso dos computadores na prática educativa e treinamento contribui para que outras possibilidades sejam exploradas e abre novas perspectivas de aplicação em diferentes áreas do conhecimento. Nos últimos anos, a área de saúde vem sendo impulsionada pelas novas tecnologias integradas aos procedimentos médicos, onde se destaca a utilização dos computadores para o treinamento e educação de pessoas portadoras de necessidades especiais, visando a melhoria de sua qualidade de vida. (COSTA, 2000, p. 42)



1.1 Desenvolvimento da Tecnologia Digital

Os primeiros computadores começaram a surgir durante a década de 40, naturalmente com propósitos militares. Os principais usos eram a codificação e a decodificação de mensagens e cálculos de artilharia (MORIMOTO, 2007).

De acordo com Souza (2008) os computadores eram máquinas de calcular, colocadas em salas refrigeradas acessíveis apenas a alguns cientistas e que, vez em quando, apresentavam listagens só possíveis de serem lidas por entendidos.

Assim como em outras áreas, os computadores começaram como aparelhos rudimentares, que eram capazes de desempenhar apenas tarefas muito simples. Mesmo componentes básicos, como o HD e outros tipos de unidade de armazenamento foram introduzidos apenas muito mais tarde (MORIMOTO, 2007).

Segundo Souza (2008) o uso da máquina disseminou-se nos anos 60, prevendo um desenvolvimento de hardware cada vez mais frequente. Nos anos 70, a comercialização de máquinas, contendo pequeno chip eletrônico, capazes de efetuar cálculos aritméticos e lógicos, desenvolveu diversos processos econômicos e sociais em grande escala. O autor continua e nos lembra ainda que não podemos, sob pena de completa alienação diante das mutações que ora se processam no mundo, ficar alheios ao que está acontecendo desde dentro do próprio lar até o mundo de produção, onde os efeitos do encurtamento do espaço, fenômeno que recebeu o nome de globalização, ou mundialização.

Nesta mesma obra o autor continua dizendo que esse processo de mundialização crescente atinge não só os setores ligados diretamente às formas de comunicação, aos transportes e ao capital, mas a todos os segmentos do viver humano, como a ciência, a filosofia, o corpo e o sono, e que essas transformações nada mais são do que o próprio processo de constituição do homem:

A conquista espacial persegue explicitamente o estabelecimento de colônias humanas em outros planetas (...). Os avanços da biologia e da medicina nos incitam a uma reinvenção de nossa relação com o corpo, com a reprodução, com a doença e com a morte (...) seleção artificial do humano transformado em instrumento pela genética. O desenvolvimento de nanotecnologias capazes de produzir materiais inteligentes em massa, simbióticos microscópicos artificiais de nossos corpos (...) poderia modificar completamente nossa relação com a necessidade natural e com o trabalho, e isso de maneira bem mais brutal. ...Os progressos das próteses cognitivas com base digital transformam nossas capacidades intelectuais tão nitidamente quanto o fariam mutações de nosso patrimônio genético. As novas técnicas de comunicação por mundos virtuais



põem em novas bases os problemas do laço social (...) a hominização, o processo de surgimento do gênero humano não terminou, mas acelera-se de maneira brutal. (SOUZA 2008, p 46 *apud* LÉVY,1998, p.15)

Sabemos que a tecnologia da informação abre possibilidades para atingir melhores resultados na área cognitiva. Novas formas de mensagens interativas apareceram e vimos o surgimento dos videogames, as interfaces e interações sensório-motoras e o surgimento dos famosos hipertextos (SOUZA, 2008). Continuando o autor nos assegura que diante de tantas mudanças na sociedade moderna, trazidas pela cibercultura, inferimos que estamos diante de uma nova forma de produção social do espaço, na qual o tempo-real instantâneo é um tempo sem tempo e o novo dia-a-dia é destituído de espaço e matéria. A imagem-fluxo, a presentificação, a realidade virtual e as diversas possibilidades de comunicação no ciberespaço sugerem um novo ambiente: as cidades digitais. A imersão nesse novo ambiente propicia uma outra expectativa de realidade: a realidade virtual (RV).

A Realidade Virtual utiliza avançadas tecnologias de interface, sendo que sua principal característica é a imersão, onde o usuário não fica em frente ao monitor, mas imerso em um mundo tridimensional artificial completamente gerado pelo computador. Com a RV, o usuário percebe, através de um ou mais sentidos, dados vindos da máquina, gerados em dispositivos especiais através de uma simulação interativa. É no aspecto de geração de sensações no usuário que reside o verdadeiro diferencial das interfaces de RV em relação às interfaces comuns, pois o usuário se sente dentro do ambiente virtual. (COSTA; CARVALHO E ARAGON, 2000, p. 111)

Souza coloca em sua obra este ambiente como o Ciberespaço e comenta que o ambiente virtual suscita discussões intermináveis a relação existente no ciberespaço, que faz parecer às pessoas que o homem conversa com a máquina e com ela estabelece diálogos intermináveis.

A Realidade Virtual surgiu por volta da década de 30 a partir de simuladores de vôo. Por volta dos anos 50, com aprimoramento destes simuladores, foram incorporadas câmeras de vídeo, plataformas suspensas e projeção de imagens de acordo com as manobras praticadas pelo “piloto”. Paralelamente, foram sendo desenvolvidas aplicações usando teleoperações para realizar tarefas perigosas à distância e outros tipos de simuladores (COSTA, 2000).

De acordo com Wauke *citando* Burdea, 2003 a tecnologia de Realidade Virtual envolve alguns conceitos básicos como a imersão – sensação de estar dentro do ambiente, alcançada através de tecnologia específica, tais como óculos de projeção estereoscópica, telas especiais e luvas; a interação – capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele; o envolvimento – grau de motivação do



usuário em realizar as atividades dentro do mundo virtual; e a presença – sentido subjetivo de que o usuário está fisicamente dentro do ambiente virtual.

E ainda de acordo com Wauke *citado por* Glasgow, 2003 o uso da Realidade Virtual tem sido bastante diversificado, incluindo áreas como a Arquitetura, a Interação Física com Dados Científicos, a Educação, o Marketing, a Medicina que representa uma das áreas que mais se privilegia dos recursos da tecnologia de Realidade Virtual. Alguns exemplos contemplam aplicações voltadas para a reabilitação cognitiva de pacientes com problemas neuropsiquiátricos, telecirurgias e visualização de estruturas anatômicas, e o Entretenimento.

É assim que as tecnologias da informação e da comunicação, e especificamente o ciberespaço, com as possibilidades que encerram, adquirem importância fundamental e merecem destaque em qualquer reflexão que venha a ser feita sobre a importância e as demandas para uma educação na atualidade, uma vez que, estas já vêm sendo amplamente utilizadas em diversos setores da cultura contemporânea, correspondendo, portanto, o importante elemento constitutivo da base histórica sobre a qual se desenvolve o que vem sendo conhecida como sociedade da informação. (SOUZA, 2008)

De acordo com Souza (2008, *citando* LÉVY, 1998) o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que ampliam, exteriorizam e alteram muitas funções cognitivas humanas.

Em um de seus trabalhos, Costa (2000) relata que:

Paralelamente, a tecnologia de Realidade Virtual (RV) vem se disseminando rapidamente por causa da baixa dos custos de equipamentos e aumento do número de ferramentas de autoria, que facilitam a construção de ambientes cada vez mais robustos. Aplicações de RV vêm sendo utilizadas em várias áreas do conhecimento através do desenvolvimento de projetos-piloto, que visam, principalmente, discutir e experimentar as possibilidades oferecidas por esta tecnologia e onde sobressaem-se, por seus resultados positivos, as experiências nas áreas de educação e medicina. Nestes contextos, a RV se apresenta como uma poderosa ferramenta para simular novos ambientes e situações, oferecendo uma nova abordagem para velhas questões e aumentando a eficiência de metodologias consolidadas. (p. 49)

1.2 O Recurso Digital como ferramenta na reabilitação

Nos últimos anos, a tecnologia de Realidade Virtual vem sendo amplamente utilizada nas mais diferentes áreas do conhecimento, em especial, nas ciências da saúde (CARDOSO, 2004). Ela continua relatando que:



... vários resultados têm apontado na direção do seu uso, ressaltando suas especificidades como fatores motivadores para a reabilitação de pacientes com diferentes tipos de danos e distúrbios cerebrais. Desta maneira, a RV pode ampliar as possibilidades terapêuticas das abordagens tradicionais, pois facilita o acesso a exercícios que estimulam habilidades variadas, sejam cognitivas ou motoras... (CARDOSO 2004, p. 2)

De acordo com Costa (2000) o sucesso do uso dos computadores na prática educativa e treinamento contribuem para que outras possibilidades sejam exploradas e abre novas perspectivas de aplicação em diferentes campos do conhecimento. Nos últimos anos, a área de saúde vem sendo impulsionada pelas novas tecnologias integradas aos procedimentos médicos, onde destaca-se a utilização dos computadores para o treinamento e educação de pessoas portadoras de necessidades especiais.

Baseando-se em diversos autores Cardoso (2004) explica que a exploração dos Ambientes Virtuais por pessoas com deficiências diversas, oferece novas abordagens que são impossíveis de serem realizadas normalmente. Por estas razões, estes ambientes vêm sendo utilizados para apoiar terapias médicas em uma variedade de propostas, e incluem aplicações voltadas para atacar problemas causados por desordens de alimentação, fobias, autismo, lesões cerebrais traumáticas, paralisia cerebral, testagem de pacientes com danos cerebrais e ainda, para prevenir acidentes com pacientes idosos. A maioria destes exemplos é para reabilitação de funções cognitivas, mas algumas visam à recuperação de capacidades motoras.

Segundo Costa, Carvalho e Aragon (2000 *citando* CAMPOS e SILVEIRA, 1998), programas de reabilitação visam desenvolver as potencialidades e diminuir as limitações destas pessoas, buscando desenvolver suas potencialidades físicas, mentais e sensoriais por meio da ajuda técnica proporcionada por diferentes modalidades de software.

Dentro desta perspectiva Costa (2000, *citando* PARENTE 1996) relata que:

A cognição como uma complexa coleção de funções mentais que incluem atenção, percepção, compreensão, aprendizagem, memória e raciocínio, entre outras. Estes atributos mentais permitem que o homem compreenda e relacione-se com o mundo e seus elementos. A cognição compreende todos os processos mentais que nos permitem reconhecer, aprender, lembrar e conseguir trocar informações no ambiente em que vivemos. Cognição também refere-se ao planejamento, solução de problemas, monitoramento e julgamento, que são consideradas como funções cognitivas de alto nível. (p. 22)

Logo, a Reabilitação Cognitiva (RC) é o processo que visa recuperar ou estimular as habilidades funcionais e cognitivas do homem, ou seja, (re)construir seus instrumentos



cognitivos. Em muitos casos a RC vem complementar o tratamento farmacológico, necessário em vários tipos de distúrbios. (COSTA, 2000)

A Reabilitação Cognitiva trabalha com variados tipos de desordens e deficiências: desordens de atenção e concentração, negligência espacial e visual, deficiências de controle da fala e de movimentos, descontroles emocionais e de comportamento, entre outros (COSTA 2000 *citando* STRINGER,1996).

2 MODELO ATUAL DE REABILITAÇÃO PARA TRATAMENTO DAS INCAPACIDADES FÍSICAS

Sabemos que o ser humano é desenhado para ser móvel, principalmente porque 40% do nosso organismo é composto de músculos esqueléticos. Além do mais somos dependentes da atividade física para que haja a manutenção deste sistema músculo-esquelético e para a melhor função de nossos órgãos internos. Sabemos, por exemplo, que a reabsorção óssea é feita através dos estímulos de pressão e tração que este segmento recebe ao longo do dia, onde nos locomovemos e pressionamos as estruturas. Muitas das desordens são reversíveis, mas quanto maior o período de imobilização mais difícil será a sua reabilitação. (BASS, 2006)

Uma grande variedade de mecanismos patológicos pode desenvolver contraturas artrogênicas incluindo, desordens congênitas e doenças crônicas que resultam na incongruência mecânica da superfície articular, que pode gerar dor e destruição articular com perda do poder motor que leva ao bloqueio. (AKESON, 1986)

As cápsulas fibrosas e os ligamentos funcionam como estabilizadores secundários da articulação. Estas estruturas são inervadas com terminações proprioceptivas e podem enviar sinais para centros neurológicos compensadores através de respostas musculares, quando trações excessivas são aplicadas às articulações. Os ligamentos estabilizam passivamente as articulações quando são reforçadas pela estabilização dinâmica promovida pelos músculos que se interligam as articulações pelo sistema nervoso central (AKESON, 1986). Ele ainda diz que dentre as mais importantes mudanças no metabolismo proteico observa-se a proliferação do tecido conectivo fibroso dentro do espaço articular, adesões entre articulações sinoviais, aderência do tecido conectivo fibroso e superficial da cartilagem, atrofia ou bloqueio da cartilagem, “ulceração” nos pontos entre cartilagem de contato, desorganização das células e fibras ligamentares, enfraquecimento no local de inserção dos ligamentos, reabsorção



osteoclástica no osso e fibras de Sharpy, osteoporose da extremidade envolvida, grande necessidade de força na mobilização articular e crescimento da incongruência ligamentar.

O líquido sinovial lubrifica estruturas ligamentosas da articulação e nutre estruturas como cartilagem, meniscos e ligamentos e esta nutrição é aumentada pelos movimentos acentuados da articulação. (REDONDO, 2005)

As articulações sinoviais necessitam de atividade física para estimular o homeostase e manter a composição biomecânica matricial. A maneira pela quais as células interpretam sinais físicos para manter as características, desejáveis da matriz não é certa, porém, postula-se que, sensores mecânicos de tensão e compressão e sensores elétricos atuam sobre as fibras de colágeno. Os fibroblastos e condrócitos interpretam forças físicas que influenciam o poder de síntese de degradação dos componentes da matriz e dos componentes extracelulares a matriz. (KOTTKE e LEHMANN, 1994)

O músculo é o elemento motor do corpo humano acionado voluntariamente ou reflexamente os seguimentos corpóreos. “A função do músculo esquelético depende da atividade proprioceptiva intacta, inervação motora, carga mecânica e atividade articular” (CARVALHO *et. al*, 2002). A inatividade e a imobilização afetam diretamente a força muscular, resistência à fadiga e vigor.

As contraturas musculares podem ser secundárias a fatores intrínsecos ou extrínsecos. Uma contratura muscular intrínseca é estrutural por natureza pode estar associada com processos inflamatórios, degenerativos, isquêmicos ou traumáticos no próprio músculo. (KOTTKE e LEHMANN, 1994)

O resultado final é a degeneração do músculo e a proliferação do novo tecido conectivo subsequente ao encurtamento do músculo (KOTTKE e LEHMANN, 1994) e (DURIGAN *et al.*, 2006).

É objetivo fundamental da medicina de reabilitação a busca por meios de proporcionar um retorno a suas Atividades de Vida Diária (AVD's) no menor período possível aos pacientes expostos à imobilidade, sendo assim o treinamento funcional deve focar o desenvolvimento de habilidades para a solução de problemas e estratégias compensatórias apropriadas, afim de assegurar que as tarefas de AVD's sejam realizadas, portanto, a busca por novas técnicas para tratamento dos efeitos deletérios da imobilidade (Síndrome do Imobilismo) está sendo utilizada como auxílio neste objetivo. (O'SULLIVAN e SCHIMITZ, 2004)



A meta final de qualquer programa de exercício terapêutico é a aquisição de movimento e função livre de sintomas. Para administrar efetivamente exercício terapêutico ao paciente, o terapeuta precisa conhecer os princípios e resultados básicos do tratamento, precisa estar apto para fazer uma avaliação funcional do paciente e precisa conhecer as interrelações de anatomia e cinesiologia de cada parte, assim como ter um entendimento do grau de debilidade e seu potencial de recuperação, complicações, precauções e contraindicações. (KISNER, 1998 – p. 3)

Como já descrito anteriormente a limitação da amplitude de movimento restringe a função de uma articulação e um músculo responsável por este movimento. Com o objetivo de devolver a função articular e impedir a progressão das incapacidades indica-se a utilização de técnicas terapêuticas que possuem objetivos específicos tempo e aplicações que são prescritas de acordo com o quadro clínico apresentado. Gardner (1995) nos descreve algumas dessas técnicas mobilizações articulares que podem ser indicadas e nos orienta dizendo que:

Assim sendo, as medidas que aumentam a amplitude de movimento devem ser acompanhadas de perto por aquelas que criam força muscular suficiente para estabilizar e controlar o movimento. Como a instabilidade e a falta de controle conduzem a um maior dano, é absolutamente essencial estar seguro de que tal progresso em termos de mobilidade pode ser controlado pela ação de muscular. O exercício ativo que conduz a um aumento na amplitude e relembra o padrão do movimento ao paciente é o melhor dos tratamentos. Em alguns casos, porém, o relaxamento e os métodos passivos ou manipulativos procedem ou auxiliam a sua realização. (GARDNER, 1995)

De acordo com o Kisner (1998) a Mobilização Passiva consiste no movimento articular promovido por um agente externo que deve ser o terapeuta e não o próprio paciente e deve ser realizado em baixa velocidade de modo oscilatório e constante por um determinado tempo, de forma rítmica ou um alongamento mantido do segmento. Diz ainda que esses exercícios podem ser através de movimentos fisiológicos que geram uma alteração no ângulo articular ou acessório também chamado de micromovimentos ou movimento intra-articular que são movimentos que ocorrem dentro da articulação e descrevem a distensibilidade da cápsula que permite que os ossos se movam.

Os Exercícios Ativos são descritos por Gardner (1995, p. 42) como “movimento executado ou controlado pela ação voluntária dos músculos, trabalhando em oposição a força externa”. Kisner (1998, p. 55) complementa dizendo que “se a medida que o músculo se contrai for feita uma resistência contra ele o músculo se tornará mais forte após um certo período de tempo”. Esse exercício recebe o nome de Ativo Resistido e o autor continua dizendo que o uso



terapêutico de resistência em um programa de exercícios, aplicado manual ou mecanicamente é parte integral do plano de assistência quando a meta final for aumentar a força resistência à fadiga e função física geral.

A atividade de reabilitação se faz, portanto, extremamente necessária e tem importante papel no processo de reintegração dos portadores de incapacidades físicas a suas atividades e principalmente a sociedade.

3 O SISTEMA NERVOSO NO PROCESSO DE REABILITAÇÃO

No ano de 2000, Costa (2000) descreveu o corpo humano sendo formado por vários tipos de tecidos fundamentais, onde se destaca o tecido nervoso, que se estende por quase todo o corpo formando uma grande unidade anatômica e funcional denominado Sistema Nervoso. Dentre os vários componentes do Sistema Nervoso, o cérebro ocupa posição de destaque.

Em um conceito básico firmado por Machado (2005) ele nos revela que a função do sistema Nervoso é promover o relacionamento dos seres vivos com o ambiente em que vivem, promovendo assim uma interação entre ações sensitivas (relacionadas com a percepção, dor, calor, tato, posicionamento) e motoras (relacionado com o movimento e respostas autonômicas), além de funções superiores como o ato de pensamento, memória e linguagem.

Lundy-Ekman (2004) nos diz que a neurociência é uma ciência que faz uma tentativa de compreender o sistema nervoso e trata do seu desenvolvimento, ações químicas, funções e patologias e ainda que as abordagens atuais a investigação do sistema nervoso incluem disciplinas ou níveis de análise molecular, celular, de sistemas, comportamental e cognitivo e explica que:

A neurociência cognitiva cobre os campos de pensamento, aprendizado e memória. Os estudos do planejamento, do uso da linguagem e das diferenças entre a memória para eventos específicos e a memória para a execução de habilidades motoras, são exemplos na análise ao nível cognitivo. (LUNDY-EKMAN, 2004. p. 3)

Bear (2002, p. 14) comenta que “a pesquisa no nível da neurociência cognitiva investiga como a atividade do encéfalo cria a mente” e concordando com esta ideia Costa (2000) diz que a cognição compreende todos os processos mentais que nos permitem reconhecer, aprender, lembrar e conseguir trocar informações no ambiente em que vivemos, e que também se refere ao planejamento, solução de problemas, monitoramento e julgamento, que são consideradas como funções cognitivas de alto nível.



Utilizando a abordagem da neurociência de sistemas Lent (2005, p. 4) explica que “a Neurociência Sistêmica considera populações de células nervosas situadas em diversas regiões do sistema nervoso, que constituem sistemas funcionais como o visual, o auditivo, o motor, etc.” Lundy-Ekman, (2004 - p. 02) corrobora com esta informação quando relata que o nível dos sistemas estuda as conexões do sistema nervoso e dá como exemplo o sistema proprioceptivo que transmite informações de posição e movimento do sistema musculoesquelético para o sistema nervoso, e o sistema motor que controla os movimentos.

Observamos, assim, duas abordagens com focos teoricamente distintos, porém possuem uma íntima relação funcional tendo em vista que o tráfego de informações no sistema nervoso é feito por redes neurais o que compreende o tecido nervoso através dos neurônios, células de sustentação e as sinapses. (LENT, 2005)

Para se compreender melhor as relações entre os processos cognitivos e a reabilitação motora se faz necessário compreender a estruturação deste sistema. Neste sentido observaremos a organização anatômica do sistema nervoso, seus componentes celulares, os circuitos sinápticos e as bases biológicas da neuroplasticidade.

3.1 Organização anatômica do Sistema Nervoso

De acordo com Rizzo (2012) o Sistema nervoso pode ser agrupado em duas categorias principais o **Sistema Nervoso Central (SNC)** que é o centro de controle de todo o sistema e o **Sistema Nervoso Periférico (SNP)**.

O Sistema Nervoso Central (SNC) interpreta e quando necessário gera uma ação de resposta a todas as sensações corporais e alterações no ambiente externo que são retransmitidas a ele a partir de receptores e órgãos sensoriais. (RIZZO, 2012)

Ele é composto pelo Encéfalo e Medula Espinhal e Machado (2005) nos explica que as estruturas são cobertas e protegidas pelo crânio e coluna vertebral respectivamente. O Encéfalo é formado pelo cérebro, cerebelo e tronco encefálico. O cérebro consiste no Diencefalo e nos dois hemisférios cerebrais compondo o Telencefalo.

A percepção, os movimentos voluntários, o uso da linguagem e da comunicação não verbal, a compreensão das relações espaciais, o uso de informações visuais, a tomada de decisões, a consciência, as emoções, as interações corpo e mente e as lembranças, todos dependem de sistemas no cérebro. (LUNDY-EKMAN, 2004 - p. 351)



O diencéfalo compõe cerca de 20 % do cérebro humano e possui características funcionais importantes nos processos de organização e planejamento das ações orgânicas e de movimentos (Machado, 2005). Observamos também que o Diencéfalo se subdivide em quatro porções denominadas Tálamo, Hipotálamo, Subtálamo e Epitálamo.

De acordo com Rizzo (2012) e Machado (2005), o cérebro é a parte mais volumosa da cabeça, composta por uma massa externa de substância cinzenta denominada Córtex Cerebral e abaixo temos a substância branca, divididas em dois hemisférios que são interligados pelo chamado corpo caloso. Na superfície de cada hemisfério encontramos ranhuras que são os sulcos que se interpõem as pregas conhecidas como giros, sendo importante destacar os giros pré-central ou córtex motor e pós-central ou córtex somestésico que tem participação direta na elaboração e planejamento dos movimentos e na percepção sensorial respectivamente.

Na maioria das pessoas o hemisfério esquerdo é dominante para todas as funções da linguagem: leitura, escrita, compreensão e produção da fala. Estas funções envolvem o processamento de sequências, letra por letra, palavra por palavra e sequência de ações, que é a base da maioria dos nossos movimentos. Por estas capacidades o hemisfério esquerdo é conhecido como “analisador”. O hemisfério direito possui uma grande capacidade de processar informações visuais e espaciais, que não podem ser descritas em palavras. O reconhecimento de objetos, a posição de partes do corpo durante um movimento e a relação espacial de objetos e fronteiras são relacionadas ao hemisfério direito. Este hemisfério pode ser chamado de “sintetizador”, aquele que trata o todo ao invés de partes. O hemisfério direito é associado, também, ao comportamento emocional. (COSTA, 2000 – p. 27)

Pequenos núcleos se organizam sob a substância branca sendo chamados de Núcleos da Base que alguns participam ativamente na transmissão de comandos para o movimento via tronco encefálico e medula espinhal (Machado, 2005). De acordo com Crossman e Neary (2007), esses núcleos situam-se profundamente no hemisfério cerebral recebendo informações sensitivas e motoras de todas as partes do córtex cerebral, tronco encefálico e medula espinhal. Suas funções são difíceis de descrever sucintamente, porém eles podem ser considerados como estruturas que facilitam os movimentos úteis e com propósito e inibem os movimentos indesejados, sendo também importantes no controle da postura e tônus muscular.

A segunda maior parte do cérebro é o Cerebelo que no adulto chega a 1/8 do cérebro com cerca de 150g e apresenta um importante papel de controlador e coordenador de importantes movimentos complexos do músculo esquelético além de manter o equilíbrio corporal e a postura. (GOSS, 1988)



Diversos autores relatam que o Tronco Encefálico conecta o cérebro a medula espinhal e ainda ao cerebelo. Sendo ele dividido em Mesencéfalo, Ponte e Bulbo. Nele tem origem dez dos doze pares de nervos cranianos existentes sendo portando uma área extremamente delicada.

Apresentando um desenvolvimento caudal em relação ao encéfalo encontramos a Medula Espinhal que segundo Lundy-Ekman (2004) inclui todas as estruturas neurais contidas nas vértebras tais como as raízes ventrais e dorsais dos nervos e as meninges que a envolvem. São divididas em segmentos e complementando, Machado (2005) diz que tem a função de porta de entrada e saída dos comandos centrais, pois nela temos a formação dos nervos espinhais que se conectaram aos órgãos periféricos.

Observamos então a grande relação entre a cognição e o planejamento de movimentos quando analisamos a função dessas estruturas.

O Sistema Nervoso Periférico é formado por **terminações nervosas** que incluem receptores sensitivos que captam informações do ambiente e efetores que controlam a contração dos músculos e a atividade de glândulas secretoras; pelos **gânglios** que são conjuntos de corpos celulares fora do SNC; e os **nervos periféricos**, formado pelos nervos espinhais, com origem na medula espinhal e nervos cranianos com conexão no encéfalo e suas ramificações. (CROSSMAN e NEARY, 2007), (MACHADO, 2005) e (DANGELO E FATTINI, 2007).

Os nervos periféricos são cordões esbranquiçados, palpáveis e macroscópicos que possuem a função de ligar o sistema nervoso central com os órgãos periférico e Crossman e Neary (2007, p. 35) declaram que “os nervos periféricos são a rota principal através da qual o encéfalo e a medula espinhal se comunicam com o resto do corpo utilizando linguagem elétrica”. Diz ainda que um nervo periférico típico é composto por numerosas neurofibras que podem ser sensitivas ou motoras e podem ou não apresentar a bainha de mielina como envoltório. A mielina tem a função de aumentar a velocidade da condução elétrica pela neurofibra. Lent (2005), Grant, Goodkin e Kliot (1999) e Machado (2005) concordam e afirmam que os axônios são isolados eletricamente por um complexo lipoprotéico denominado bainha de mielina. Esta é formada por células gliais oriundas da crista neural, que são conhecidas como células de Schwann. Essas células possuem a função crítica de suporte axonal regenerativo, servindo de via de crescimento para as fibras nervosas, além de servirem de isolantes elétricos para uma melhor condução dos impulsos nervosos.

“Quando uma neurofibra é cortada ou seriamente danificada, a porção distal do corte morre e sofre degeneração” (CROSSMAN E NEARY, 2007- p. 36) esses autores ainda nos



falam que esta degeneração pode ser chamada de anterógrada ou Waleriana, e Ferreira (1999) concorda e completa dizendo que existem predominantemente três tipos de lesões da fibra nervosa: neuropraxia que é uma lesão na mielina interrompendo ou diminuindo a velocidade da condução elétrica, axoniotimose que acomete o axônio da neurofibra envolvendo uma degeneração que pode ou não ser revertida e refeita a ligação com o órgão e neurotimose que neste tipo de lesão ocorre perda de continuidade de todo o tronco nervoso sendo irreversível.

3.2 O tecido nervoso e o processo de comunicação

O tecido nervoso compreende basicamente dois tipos celulares: o neurônio e uma variedade de células de apoio chamadas glias ou de sustentação (MACHADO, 2005) e (PURVES *et al*, 2005). Estes autores concordam ainda que as células nervosas são especializadas na sinalização elétrica sobre longas distâncias e que o neurônio é sua unidade fundamental, com a função de receber, processar e enviar informações enquanto as células glias não são capazes de condução elétrica, porém apresentam um importante papel ocupando os espaços entre os neurônios, com funções de sustentação, revestimento ou isolamento, modulação de atividade neuronal e defesa, e ao contrário dos neurônios apresentam grande capacidade de replicação ou mitose se diferenciando dando origem a novas glias.

No homem são encontrados cerca de cem bilhões de neurônios e é de relato comum aos autores em neurociência que o neurônio, por meio de seu axônio, possui o principal papel na condução elétrica que pode também ser chamada de potencial de ação, que sempre ocorre unidirecional. Pode ser **sensitivo** quando conduz percepções vinda do ambiente externo ou dos órgãos internos para os centros nervosos e os **motores** que conduzem comandos com a partir dos centros nervosos para gerar uma ação em função de um estímulo recebido. Isso se dá por sua composição onde temos três partes que atuam harmonicamente e com papel bem definido e observamos o **Corpo Celular**, com função metabólica do neurônio, responsável pela síntese de todas as proteínas neuronais, bem como pela maioria dos processos de degradação e renovação dos constituintes celulares. (LUNDY-EKMAN, 2004)

Os **Dendritos** são extensões ramiformes, que são os principais locais para a estimulação das células. “Eles são especializados em receber informações de outras células” (LUNDY-EKMAN, 2004 –p. 26) e “constituem o principal sítio sináptico do neurônio, estabelecendo terminações axonais com outras células” (PURVES *et. al.*, 2005 - p. 3).



Partindo também do corpo celular se destaca não só por sua função mais também pelo aspecto que apresenta, o **Axônio** é um prolongamento longo e único, mas que pode formar ramificações em seu trajeto. Possui a principal função realizada pelo neurônio, que é a de transportar de informações através do potencial elétrico até que este atinja o órgão alvo onde se fixa (MACHADO, 2005). “Possui comprimento variado podendo chegar a mais de 1m e se ramificam ao final de sua projeção, onde terminam por terminais pré-sinápticos ou projeções digitiformes que são os elementos transmissores do neurônio”. (LUNDY-EKMAN, 2004 – p. 27)

Machado (2005) nos fala que os neurônios possuem a capacidade de se comunicar entre si ou com órgão efetadores fenômeno este conhecido como **Sinapse**. Corroborando com esta informação Lundy -Ekman (2004) diz que:

Os neurônios transmitem informações a respeito de sua atividade por meio de compostos químicos denominados **neurotransmissores**, dos terminais pré-sinápticos para a **fenda sináptica**. A fenda sináptica é o espaço entre os neurônios e serve como local de comunicação interneuronal. [...] o neurônio pré-sináptico libera o neurotransmissor na fenda sináptica, o neurotransmissor se difunde de um lado da fenda para o outro e então se liga a receptores do neurônio pós-sináptico, célula muscular ou glândula. (p. 27)

Crossman e Neary (2007) e Lundy – Ekman (2004) concordam dizendo que há muito tempo se sabe que a acetilcolina (ACh) é o transmissor entre os neurônios motores e o músculo estriado, especializações sinápticas conhecidas como Junções Neuromusculares ou Placas Motoras.

Todo comportamento depende da habilidade em controlar a atividade dos músculos esqueléticos, que mantém a postura e permitem o movimento. Tal controle é auxiliado por uma rica inervação do músculo com neurônios tanto motores quanto sensitivos. (CROSSMAN e NEARY, 2007).

Continuamente as conexões neurais estão sendo estabelecidas e desfeitas, todas moduladas por nossas vivências e nossos estados de saúde ou doença. “A capacidade de alterar sua função, seu perfil químico (quantidade e tipos de neurotransmissores produzidos) ou estrutura dos neurônios é designada como Neuroplasticidade” (LUNDY – EKMAN, 2004 – p. 61). Lambert e Kinsley, (2006 – p. 85-86) completa dizendo que “é a natureza dinâmica e adaptativa do cérebro, a flexibilidade inerente ao cérebro para responder as mudanças ambientais; por exemplo, aprender ou compensar a perda de funções em áreas lesionadas”.



Confirmando Costa (2000) expõe que circuitos cerebrais lesionados ou disfuncionantes podem ser substituídos por circuitos vizinhos intactos, em maior ou menor grau, dependendo da especialização da área afetada. Este fenômeno, denominado **plasticidade**, pode ser explorado na reprogramação das redes neuronais cerebrais, de forma a diminuir os efeitos provocados por diferentes deficiências ou danos neurológicos.

Esse argumento nos fornece uma forte indicação para realização de trabalhos de reabilitação não somente no aspecto cognitivo dentro das áreas de linguagem, pensamento e memória mais também no aspecto motor funcional uma vez que o movimento humano está diretamente relacionado com áreas de planejamento do cérebro e estão inseridas neste contexto. Lundy-Ekman (2004) diz que:

A falta prolongada de movimentos ativos após uma lesão cortical pode ocasionar a perda subsequente da função em regiões adjacentes do encéfalo não lesadas. Contudo um estudo recente demonstrou que os danos subsequente em áreas corticais adjacentes podiam ser evitadas por movimentos de retreinamento. (p. 70)

Este mesmo autor nos escreve e diz que a neuroplasticidade inclui a Habituação, Aprendizado e Memória e a Recuperação celular após lesões. A habituação consiste na forma mais simples de plasticidade onde ocorre uma diminuição na resposta a um estímulo benigno repetido, é aplicado por técnicas de exercícios que visam diminuir a resposta neural a um estímulo excessivo como, por exemplo, para diminuição de sensibilidade tátil. Já o aprendizado e memória envolvem alterações persistentes e duradouras nas potências das conexões sinápticas por meio de repetições e descreve que:

Técnicas de aquisição de neuro-imagens revelam que regiões grandes e difusas do encéfalo, evidenciam atividade sináptica durante as fases iniciais do aprendizado motor. À repetição de uma tarefa, há uma redução no número de regiões ativas no encéfalo. Quando uma tarefa é finalmente aprendida, somente regiões pequenas e distintas do encéfalo apresentam atividade aumentada durante a realização da tarefa. (LUNDY-EKMAN, 2004 - p. 62)

Diversos autores concordam em dizer que existe recuperação de lesão neural para nervos periféricos. A plasticidade regenerativa ou recuperação celular após lesões, consiste no recrescimento dos axônios lesados, sendo forte no sistema nervoso periférico facilitada por células gliais principalmente as de schwann que compõem o microambiente dos tecidos do corpo, diferentemente do sistema nervoso central onde a regeneração é bloqueada por um outro



tipo de neuroglia, os oligodendrócito. (LENT, 2005; PURVES *et. al.* 2005; LUNDY-EKMAN, 2004)

De acordo com Purves, *et. al.* (2005), lesões traumáticas, interrupções de suprimento sanguíneo e doenças neuro-degenerativas podem causar lesões em axônios de nervos periféricos ou de corpos celulares neuronais e de sinapses de circuitos neuronais mais complexos do encéfalo e da medula espinhal.

As lesões de nervos periféricos, de acordo com Ferreira (1999) ocorrem de três formas a **neurotímese** que ocorre apenas uma interrupção da condução nervosa por lesão exclusivamente na bainha de mielina do nervo, **axonotímese** onde ocorre uma reação em duas fases que a primeira envolve a desintegração do axônio e a quebra da bainha de mielina, concordando Lundy – Ekman (2004) denomina este processo como **degeneração Walleriana**, e posteriormente na segunda fase é o processo de regeneração (reinnervação) da continuidade do axônio e seu órgão terminal e **neurotímese** que ocorre perda de continuidade de todo o tronco nervoso com recuperação muito difícil, pois um grande número de neurônios não sobrevive.

Quando nervos periféricos sofrem uma lesão, os axônios lesionados regeneram-se vigorosamente e podem crescer novamente ao longo de distâncias que podem chegar a muitos centímetros. Sob circunstâncias favoráveis esses axônios podem também estabelecer novamente conexões sinápticas com seus alvos na periferia e Lundy-Ekman (2004) complementa quando diz que o crescimento de novo de um axônio é denominado **brotação** e que pode ocorrer de duas formas a colateral quando alvo denervado é reinervado por ramos do axônio intacto, e regenerativo – funcional que ocorre principalmente com nervos periféricos em função da produção do fator de crescimento do nervo que é estimulado pelas células Glia mais especificamente pelas chamadas células de Schwann, como foi dito anteriormente.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho traz uma pesquisa aplicada e faz uma abordagem qualitativa que de acordo com o objetivo possui caráter exploratório utilizando como procedimento técnico um levantamento bibliográfico que relacionou o uso do Ambiente virtual com o processo de reabilitação física em função de complicação motora e perdas cognitivas funcionais.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar como o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação através do Ambiente Virtual pode contribuir como ferramenta para o processo de reabilitação física. Os recursos das TIC's – Tecnologias da Informação e Comunicação são indispensáveis e fundamentais em todos os aspectos na sociedade atual. Hoje são muito utilizados, pela ciência da saúde, como métodos de pesquisas de novos fármacos e em procedimentos de grande complexidade inclusive em cirurgias a distância. Neste trabalho podemos observar que o Ambiente Virtual compreende um novo método que agrega ao processo de reabilitação formas mais lúdicas e estimulantes, e através desse aspecto inovador verificamos o aumento do envolvimento e adesão ao tratamento.

Um aspecto interessante que nos chama a atenção é o fato de que, apesar de se repetir no ambiente virtual os mesmos movimentos aplicados pelo método convencional, neste ambiente percebe-se uma maior entrega e despreocupação por parte dos sujeitos na realização das tarefas pelo foco dado ao objetivo dos jogos, o que contribui para tornar a atividade mais lúdica e prazerosa aos sujeitos, o que caracteriza o aspecto da imersão no ambiente virtual caracterizando assim o aspecto dimensionamento do que é real e virtual.

Consideramos importante a inserção das (TIC's) Tecnologias da Informação e Comunicação por meio do ambiente virtual no processo de reabilitação fornecendo uma grande contribuição para os métodos já utilizados atualmente.

6 REFERÊNCIAS

AKESON, W.H. et al *Effects of Immobilizations on Joints*. Fisiotherapy. P. 28, 1986.

BASS, B.L. *Conseqüências da Síndrome do Imobilismo no Leito*. Rio de Janeiro, Brasil, abril de 2006. Internet. Disponível em: <http://www.ortofisio.siteonline.com.br>. Acesso em: 23 março 2007.

BEAR, M. F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. *Neurociência – Desenvolvendo o Sistema Nervoso*. 2.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2002.

CARDOSO L, et al. *Utilização de ambientes virtuais na reabilitação de pacientes com lesão cerebral por AVC e TCE*. Edital CT-Saúde 2004;. Disponível em <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/786.pdf>. Acesso em fevereiro de 2012



CARVALHO, C.M.M.; SHIMANO, A.C.; VOLPON, J.B. *Efeitos da Imobilização e do exercício físico em algumas propriedades mecânicas do músculo esquelético*. Revista brasileira de Engenharia Biomédica, v.18, n.2, p. 65 – 73, 2002.

COSTA, R. M. E. *Ambientes virtuais na reabilitação cognitiva de pacientes neurológicos e psiquiátricos*. Tese de Doutorado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.ime.uerj.br/~rcosta/PagTese.htm>. Acesso em fevereiro de 2012.

COSTA, R.M.E.M.; CARVALHO, L. A.; ARAGON, D.; *Novas Tecnologias Computacionais na Reabilitação Cognitiva*. 3rd. Argentine Symposium on Healthcare Informatics, Tandil, Argentina, pp. 107-115, 2000.

COSTA, R.M.E.M.; CARVALHO, L. A.; *Experimentando um Ambiente Virtual com Pacientes Neuropsiquiátricos*. [s.n.], 2000. Disponível em: <http://www.ime.uerj.br/~rcosta/Artigos/Art-Portugal2.PDF>. Acesso em Fevereiro de 2012.

CROSSMAN, A.R.; NEARY, D. *Neuroanatomia ilustrada*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C.A.; *Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar*. 3 ed. São Paulo. Atheneu , 2007

DURIGAN, J.L.Q.; et al. *Efeitos da Estimulação Elétrica Neuromuscular sobre o membro posterior imobilizado de ratos durante 15 dias: Análises Metabólicas e Morfométricas*. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 10, n. 3, p. 297 – 302, 2006.

FERREIRA, A.S. *Lesões Nervosas Periféricas: Diagnostico e Tratamento*. São Paulo: editora Santos, 1999.

GARDINER, M.D.: *Manual de Terapia por Exercícios* – São Paulo. Editora Santos, 1995

GOSS, C M: *Gray Anatomia* - Guanabara Koogan, 29ª edição Rio de Janeiro, 1988.

GRANT GA, GOODKIN R, KLIOT M. *Evaluation and surgical management of peripheral nerve problems*. Neurosurgery, 1999; 44(4):825-39.

KISNER, C; COLBY, L. A.; *Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas*. 4.ed. São Paulo: Manole, 2005. 841p.

KOTTKE, F.J.; LEHMANN, J.F. *Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen*. Volume 2. 4.ed. São Paulo. Manole, 1994.

LAMBERT, K.; KINSLEY, C.H. *Neurociência Clínica: as bases neurobiológicas da saúde mental*. Porto Alegre: Artmed, 2006

LENT, R. *Cem Bilhões de Neurônios- conceitos fundamentais da neurociência* – Atheneu – São Paulo, 2005



LUND- EKMAN, L. *Neurociência: fundamentos para a reabilitação*. 3º ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2004

MACHADO, A.B M: *Neuroanatomia Funcional*. São Paulo. Atheneu, 2ª ed. 2005

MORIMOTO, Carlos E. *Hardware, o Guia Definitivo*. Ed. GDH Press e Sul Editores. 2007

O'SULIVANN, S.B.; SCHIMITZ, T.J. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 4.ed. São Paulo. Manole, 2004.

PURVES, D., et. al. *Neurociências*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005

REDONDO, K. L. *Síndrome do Imobilismo*. Maio de 2005. Internet. Disponível em http://www.kathialr.hpg.ig.com.br/saúde/10/index_int_20.html. Acesso em: 22 agosto 2011.

RIZZO, Donald C. *Fundamentos da anatomia e fisiologia*. São Paulo: ed. Cengage Learning, 2012.

SOUZA, C.H.M. e COSTA, M.A.B. *Abordagens antropológicas do ciberespaço e da cibercultura*. In: Revista TB, Rio de Janeiro, 163: 85/94, out-dez, 2005.

SOUZA, Carlos H.M. *Comunicação Educação e Novas Tecnologias*. Campos dos Goytacazes, RJ. Editora FAFIC 2004.

SOUZA, Carlos Henrique Medeiros de; GOMES, Maria Lucia Moreira. *Educação e Ciberespaço*. 1. ed. Brasília, Editora Usina de Letras, 2008.

WAUKE, Ana Paula T.; COSTA, Rosa Maria E. M.; CARVALHO, Luis Alfredo V. de. *VESUP: O Uso de Ambientes Virtuais no Tratamento de Fobias Urbanas*. Rio de Janeiro - COPPE - Programa de Eng. de Sistemas e Computação, [200-?]. Disponível em: <http://telemedicina.unifesp.br/pub/SBIS/CBIS2004/trabalhos/arquivos/585.pdf>. Acesso em fevereiro de 2012.