

#### **4.1.4 Modelando a dança esportiva em cadeiras de rodas**

### **Baseado no trabalho da aluna Juliene Azevedo Miranda**

### **Mestrado ECM - UFU**

#### **Resumo**

*O estudo é embasado em Cruz (2010), que traz em seus estudos o percurso histórico da Dança Esportiva em Cadeiras de Rodas (DECR). A partir dessa ideia é feito um modelo para calcular o comprimento da trajetória da entrada a uma roda central da dança em questão, a partir das dimensões da cadeira de rodas. As grandezas consideradas foram a distância entre as rodas e o raio das rodas. Estabelecendo uma sincronização de giros e translações, o participante da dança faz uma entrada a uma segunda etapa da mesma, que é a roda central. O modelo toma em conta a perturbação da trajetória dada pelos movimentos de deslocamento frontal e lateral do tronco.*

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática; Dança Esportiva em Cadeiras de Rodas; Resolução de Problema.

#### **Introdução**

##### **Modelando um passo da Dança Esportiva em Cadeira de Rodas**

De acordo com Cruz (2010) a Dança Esportiva em Cadeira de Rodas (DECR) surgiu na década de 60, na Europa, como uma forma terapêutica. Sendo que ao longo dos anos esta dança começou a ocupar outros espaços, tais como centros de reabilitação e escolas, passando a ser uma atividade lúdica. Segundo Cruz (2010) por meio da dança, os usuários da cadeira de rodas tornaram-se mais autoconfiantes, adquiriram maior controle da cadeira, melhoraram sua concentração, passaram a trabalhar em grupos e, além disto, conseguiram ser reconhecidos pela criatividade.

A dança Esportiva em Cadeiras de Rodas foi introduzida no Brasil a partir da fundação da Confederação Brasileira de Dança em Cadeiras de Rodas (CBDCR), concomitante ao Simpósio Internacional de Dança em Cadeira de Rodas, em 2001.

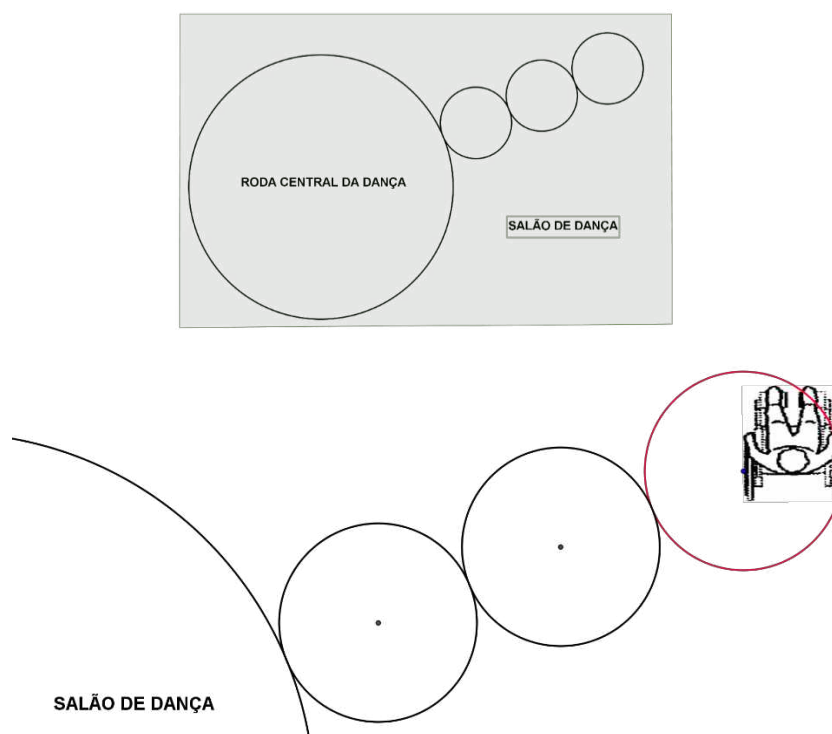
A seguir iremos matematizar um passo da dança esportiva em cadeiras de rodas, analisando o giro da cadeira de rodas, assim como fez Delfino (2013) em seu trabalho com o giro do carrinho construído com o material da LEGO. Além disso, seguindo uma imagem mostrada na Figura 1, de uma apresentação na final do concurso de beleza Miss Independência de 2013, na Rússia.



**Figura 1:** Parte de um movimento da dança.

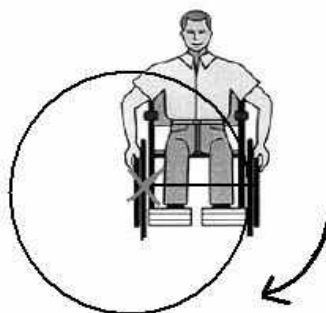
**Fonte:** [http://imquol.com/c/noticias/2013/11/26/26nov2013--mulheres-em-cadeiras-de-roda-dancam-na-final-do-concurso-de-beleza-miss-independencia-2013-em-moscou-russia-nesta-terca-feira-26-o-evento-pretende-chamar-atencao-para-mulheres-com-1385505361746\\_956x500.jpg](http://imquol.com/c/noticias/2013/11/26/26nov2013--mulheres-em-cadeiras-de-roda-dancam-na-final-do-concurso-de-beleza-miss-independencia-2013-em-moscou-russia-nesta-terca-feira-26-o-evento-pretende-chamar-atencao-para-mulheres-com-1385505361746_956x500.jpg)

Neste estudo consideramos a seguinte situação: uma dança está sendo planejada em um salão onde foi traçado um círculo, que representa uma roda central da dança, e uma trajetória de três círculos, que representa a entrada de um participante da dança à roda central, como mostra a Figura 2 (à direita). A entrada do dançarino é realizada com uma dança “individual” do cadeirante que consiste em 3 círculos iguais de raio  $R$  e tangentes entre si. O raio  $R$  é precisamente a distância entre as rodas da cadeira. O terceiro círculo é tangente ao círculo da roda central da dança, como mostra a Figura 2. Na mesma figura (à esquerda) é mostrada a posição inicial do cadeirante para sua entrada à roda central. A posição final será com o participante da dança de frente à roda central no ponto de tangência.



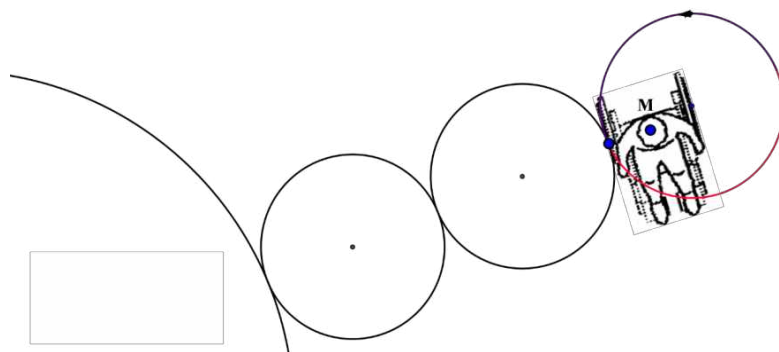
**Figura 2:** Esquema entrada do cadeirante ao salão de dança e a posição do cadeirante no primeiro momento da entrada. Desenho feito utilizando o software GeoGebra.

Para o cadeirante fazer o percurso de chegada à roda central, ele realiza uma volta e meia em torno de um primeiro círculo, fixando uma roda no centro do círculo e rodando a outra sobre a circunferência. Este movimento é mostrado na Figura 3.



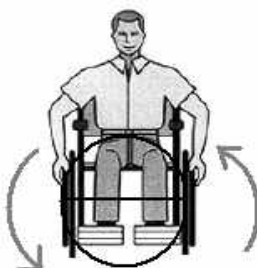
**Figura 3:** Giro sobre uma das rodas. Denominamos este giro de **Giro I**.

Dando uma volta e meia ao redor da primeira circunferência, o dançarino se situa na posição da Figura 4.



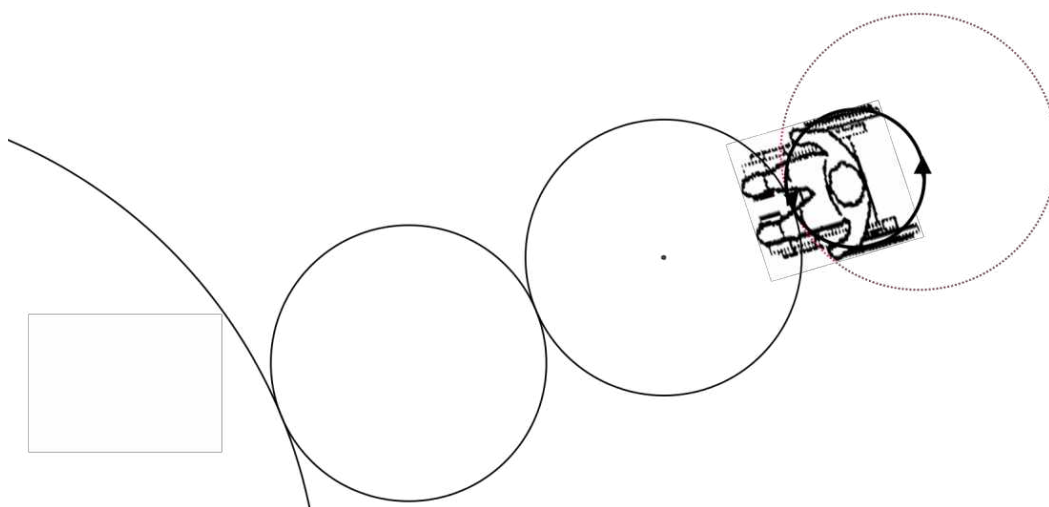
**Figura 4:** A posição do cadeirante depois da volta e meia na primeira circunferência. Desenho feito no GeoGebra.

O seguinte movimento do cadeirante é dar um três quartos de giro à esquerda para ficar de frente ao segundo círculo, exatamente no ponto de tangência dos dois primeiros círculos. Seja M o ponto médio do segmento determinado pelo centro da primeira circunferência e o ponto de tangência com a segunda circunferência. Então o giro descrito anteriormente, está centrado em M e tem como raio  $\frac{R}{2}$ . Para realizar este movimento as rodas devem ser rotacionadas em sentido oposto, como mostra a Figura 4.



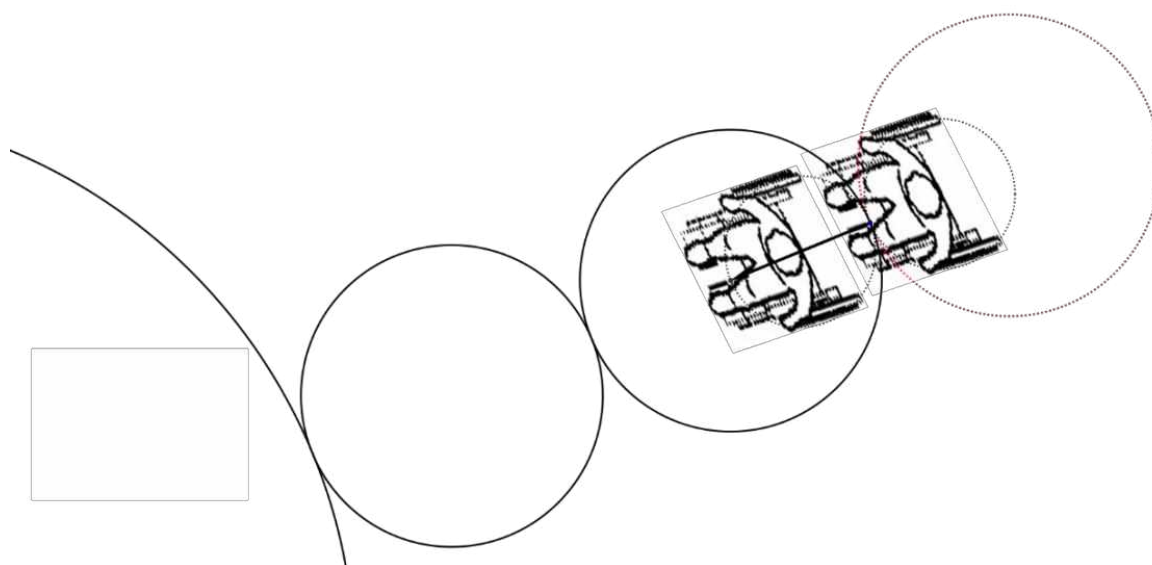
**Figura 4:** Giro com Rodas Girando no Sentido Contrário. Denominamos este giro de **Giro II**.

A posição do cadeirante depois do giro é mostrada na Figura 5.



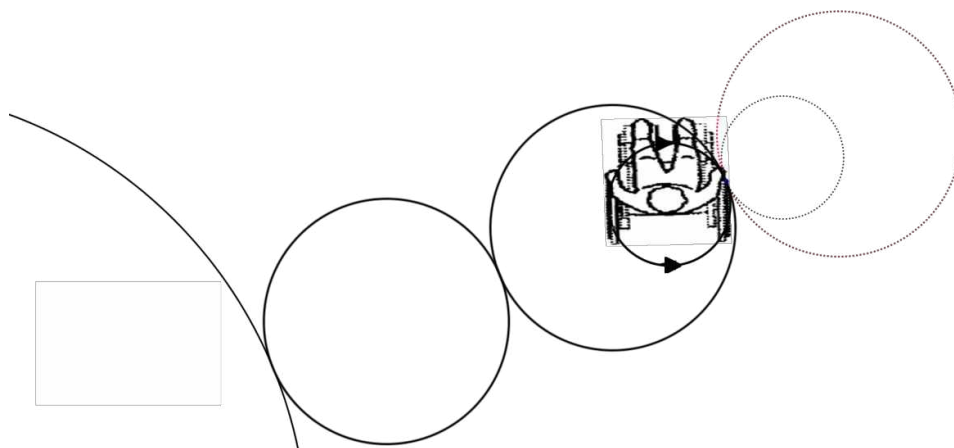
**Figura 5:** A posição do cadeirante depois do giro em torno da sua própria posição. Desenho feito no GeoGebra.

O seguinte movimento do cadeirante realiza uma translação de um vetor que tem como origem o ponto de tangência das duas primeiras circunferências e como extremo o centro da segunda circunferência, como mostra a Figura 6



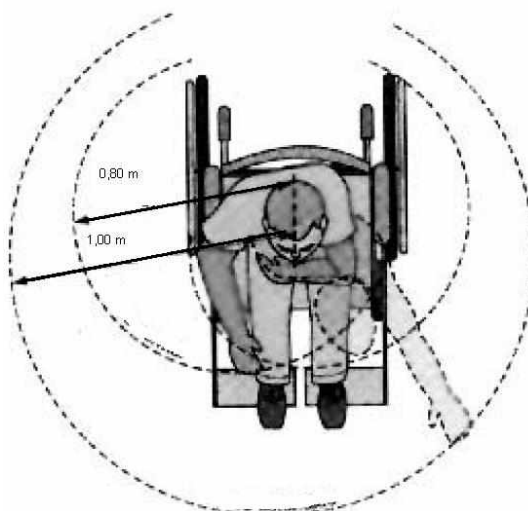
**Figura 6:** A translação do cadeirante para fazer a dança do próximo círculo. Desenho feito no GeoGebra.

Finalmente, o cadeirante realiza um movimento em torno de si mesmo, igual ao descrito na Figura 4, para iniciar novamente a trajetória do segunda círculo. Isto é mostrado na Figura 7.



**Figura 7:** Giro sobre sua própria posição para retomar a mesma posição inicial de entrada, como na Figura 1. Desenho feito no GeoGebra.

Agora, tomando em conta a distorção da movimentação da cadeira no deslocamento frontal e lateral, temos um dado importante que é “A dificuldade no deslocamento frontal e lateral do tronco sugere a utilização de uma faixa de conforto entre 0,80m e 1,00m para as atividades que exijam manipulação contínua”. Esta informação foi extraída do Instituto Brasileiro dos Direitos da Pessoa com Deficiência, onde são citadas nas regras de acessibilidade ao meio físico para deficientes (IBDD). Esta faixa de distorsão que representa a zona de conforto do cadeirante é mostrada na Figura 8.



**Figura 8:** faixa de rotação do cadeirante

**Fonte:** Regras de acessibilidade ao meio físico para deficientes IBDD.

Esta informação será tomada em conta para o modelo da função de entrada à roda central da dança pelos cadeirantes, considerando **R**, a distância entre as rodas, adicionada a distorção do movimento. Portanto, estamos considerando

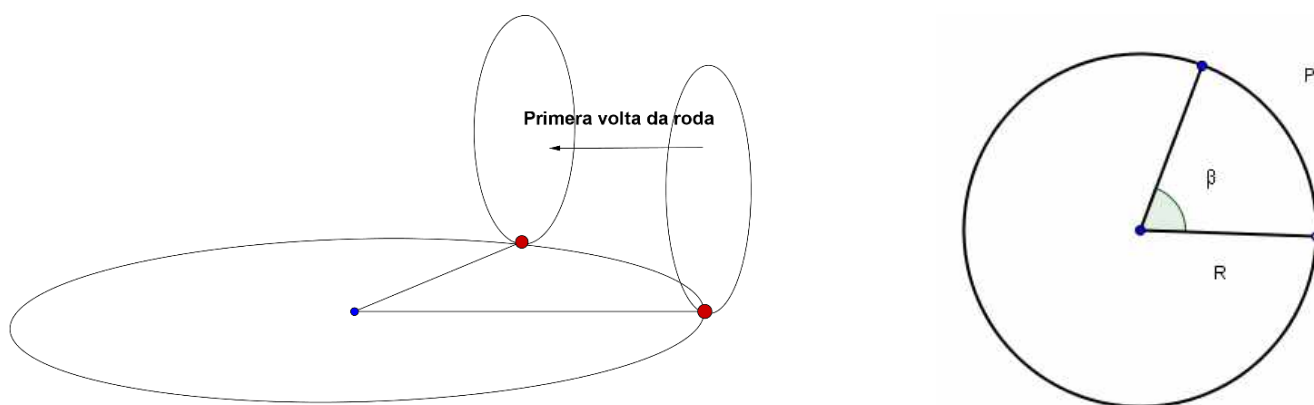
$$0,80 \leq R \leq 1. \quad (1)$$

Outro dado importante é que o padrão da medida da roda de uma cadeira de rodas no Brasil é de 24 polegadas, que equivale a 60,56 cm. Isto nos fornece a medida do raio  $r$  da roda do cadeirante que é

$$R = 30,28 \text{ cm.} \quad (2)$$

**Encontrando a função que modela a entrada do cadeirante ao salão de dança esportiva em Cadeiras de Rodas:** vamos calcular a trajetória total do participante da dança que vai depender do raio  $R$ . Dividimos a discussão em dois casos: Giro I (Figura 2) e Giro II (Figura 4).

**I: Giro sobre uma das rodas:** ,quando a roda girar **uma volta** de raio  $r$ , ela andará  $2\pi r$ , perímetro total da roda da cadeira. A Figura 9 mostra a trajetória  $P=2\pi r$  depois de um giro (de ângulo  $\beta$ ) correspondente a uma volta da roda da cadeira.



**Figura 9:** Movimento realizado pela roda da cadeira ao girar uma volta. Desenho feito no GeoGebra.

Assim, para completar o giro e meio na primeira circunferência da trajetória de raio  $R$  teríamos que ter  $kP = 3\pi R$ , para algum  $k$  número real. Isolando  $k$  obtemos que  $k = \frac{3\pi R}{P}$  e como temos  $P=2\pi r$ , então

$$k = \frac{3R}{2r} \quad (3)$$

**II: Giro com rodas girando no sentido contrário:** para analisar o caso em que as rodas da cadeira de rodas giram simultaneamente em sentido contrário, o raciocínio é análogo, porém o perímetro a ser percorrido no giro é  $R\pi$ , pois a circunferência de giro tem raio  $\frac{R}{2}$ . Assim, se  $l$  é um número real tal que  $l \cdot P = \frac{3\pi}{2} R$ , então obtemos

$$l = \frac{3R}{4r} \quad (4)$$

Finalmente, considerando os movimentos da dança de entrada, que são um giro e meio nos três círculos de raio  $R$ ,  $\frac{3}{4}$  giro em torno de si mesmo de raio  $\frac{R}{2}$ , mais uma translação de módulo  $R$ , obtemos que a trajetória total da dança de entrada do cadeirante à roda central tem como comprimento  $L(R)$  igual a

$$L(R) = 3.k + 5l + 2R. \quad (5)$$

Substituindo na fórmula (5) as conclusões (3) e (4), chegamos a que

$$L(R) = 3.\frac{3R}{2r} + 5\frac{3R}{4r} + 2R = \frac{33}{4}\frac{R}{r} + 2R. \quad (6)$$

Finalmente, substituindo o valor de  $r$  dado na fórmula (1) e (2); e tomando em conta os valores estimados de deslocamento lateral e frontal na expressão (2), obtemos possíveis do raio  $R$

$$L(R) = 2,27.R, \text{ com } 0,80 \leq R \leq 1,$$

que representa a função trajetória.

### Considerações finais

Por meio da modelagem matemática foi possível obter uma função que calcula a trajetória total de entrada até uma roda central de um participante de uma dança esportiva em cadeira de rodas. Este modelo foi obtido em função da distância entre as rodas da cadeira e tomando em conta o deslocamento lateral e frontal do tronco do cadeirante.

### Referências

CRUZ, A. O. S. C. **Simetria na dança**: vestígios matemáticos na prática da dança esportiva em cadeiras de rodas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

DELFINO, Brythnner Monteiro. **Robótica Educacional**: Uma Perspectiva de Ensino Aprendizagem de Matemática. 2013. 40 f. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

*Regras de acessibilidade ao meio físico para deficientes*. Instituto Brasileiro dos direitos da Pessoa com Deficiência. Disponível em: <<http://www.ibdd.org.br/arquivos/acessibilidade.pdf>>. Acesso em 21 de novembro de 2014.