

Utilização da simulação computacional na verificação da cooperação de uma população em um ambiente simulado

Use of computer simulation to verify the cooperation of a population in a simulated environment

7

ARTÍCULO



Alexandre do Nascimento Silva

Universidade Salvador - UNIFACS

Concluiu o ensino superior em Administração na Faculdades Integradas Olga Mettig; recebeu o diploma de especialização e mestrado em Computação Científica pela Fundação Visconde de Cairu em 2003 e 2009 respectivamente. Ainda concluiu o curso superior de Engenharia de Produção na ÁREA1 em 2016. Professor de engenharia da qualidade.

alexandrednsilva@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7436-8818

José Roberto de Araújo Fontoura

Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Professor de 1998 a 2003 na UEFS, professor de 2004 a atual data na UNEB. Doutor em Difusão do Conhecimento.

fontouramail@gmail.com
orcid.org/0000-0002-9703-835X

Marcelo A. Moret

Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Faculdade de Tecnologia SENAI - CIMATEC

Possui graduação em Bacharelado em Física pela Universidade Federal da Bahia (1991), mestrado em Física pela Universidade Federal da Bahia (1996) e doutorado em Ciências Biológicas (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000). Atualmente é professor associado - SENAI - Departamento Regional da Bahia, professor titular da Universidade do Estado da Bahia e membro do comitê multidisciplinar da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

mamoret@gmail.com
0000-0003-0051-6309

Fecha de recepción: 02 de septiembre de 2017 / Aceptación: 31 de octubre de 2017

Resumo

No presente artigo realizamos uma análise de comportamentos de cooperação em ambiente simulado. O presente estudo tem como finalidade observar os resultados da interação dos caracteres egoísta, vingativo e altruísta em constante interação ao longo de gerações. Durante o processo foram desenvolvidos algoritmos que emulam uma das aplicações da teoria dos jogos, o dilema do prisioneiro e outro que utiliza a forma como os autômatos celulares movimentam-se dentro de uma malha virtual. A contribuição que conseguimos dar foi a de encontrar um valor percentual máximo que uma população aceita do caráter egoísta e verificar que os caracteres vingativo e altruísta tem um tempo de vida bem próximos.

Palavras chave: Simulação computacional, algoritmos, comportamento social, cooperação

Abstract

In this article we report on an analysis of cooperative behaviour in a simulated environment. The study aims at observing the results of the interaction of selfish, vengeful and altruistic natures in constant interaction over generations. During the process, we developed algorithms that emulate an application of game theory, the prisoner's dilemma, and the way automata move in a virtual mesh. We were able to find a maximum percen-

tage value for selfish populations and verify that lifetimes of vengeful and altruistic natures have similar values.

KEYWORDS

Computational simulations, algorithm, social behaviors, cooperation.

Resumen

En el presente artículo realizamos un análisis de comportamientos de cooperación en ambiente simulado. El presente estudio tiene como finalidad observar los resultados de la interacción de los caracteres egoísta, vingativo y altruísta en constante interacción a lo largo de generaciones. Durante el proceso se desarrollaron algoritmos que emulan una de las aplicaciones de la teoría de los juegos, el dilema del prisionero y otro que utiliza la forma en que los autómatas móviles se mueven dentro de una malla virtual. La contribución que conseguimos es dar un valor porcentual máximo a una población aceptada con carácter egoísta y verificar que los caracteres vingativo y altruísta tienen un tiempo de vida muy próximo.

PALABRAS CLAVE

Simulación computacional, algoritmos, comportamiento social, cooperación.

1. INTRODUÇÃO

O exercício do egoísmo e do altruísmo não é um elemento novo em nossa sociedade, é observado traços tanto de um quanto de outro no transcorrer da história em toda as sociedades. O que se percebe é que, nos últimos meses, mídias de todo o mundo tem publicado manchetes, inclusive nas suas capas, sobre a capacidade humana de promover a guerra, Rússia, Ucrânia e Síria, dentre outras, estão

atualmente no cerne desses conflitos. Inclusive em função desses acontecimentos, alguns grupos têm se utilizado do fervor religioso e do radicalismo para promover o ódio a outros grupos e sociedades, baseando seus atos em ataques com facas, com atropelos, com bombas e outros artefatos, ações que tem deixado rastros de sangue que lembram verdadeiras guerras.

Guerras fomentaram o enriquecimento de algumas poucas famílias e promoveram perdas a outras, mesmo os que voltaram desses conflitos vivenciaram horrores que certamente não desejam que outros seres humanos vivenciem, entretanto é no cerne de uma situação de conflito como as guerras, tomando como base a da Síria, que poderemos ver surgir a solidariedade. Os “capacetes brancos” são um desses exemplos que surgiram em regiões de conflito, são grupo civil local que presta ajuda a pessoas logo após os bombardeios.

As notícias de solidariedade existem inclusive no mundo animal, Kropotkin deixa claro em sua obra – Ajuda Mútua – que no reino animal essa cooperação existe e não é uma situação atípica, morcegos vampiros tem essa prática solidária entre eles (WILKINSON, 1990). A obra citada de Kropotkin, contrapõe o livro de Dawkins – O Gene Egoísta - que afirma que somos primordialmente dotados de características genéticas egoístas.

Existem discussões de amplo espectro sobre o tema, Trivers (1971) em seu artigo sobre A Evolução do Altruísmo Recíproco nos diz: Cada indivíduo humano é visto como possuindo tendências altruístas e de trapaças, cuja expressão é sensível às variáveis de desenvolvimento que foram selecionadas para estabelecer as tendências em um equilíbrio apropriado ao ambiente social e ecológico local.

O modelo pensado por Trivers contempla o processo de inter-relações, de uma ajuda agora ser beneficiada com uma ajuda no futuro, algo impregnado de lógica matemática, entretanto também introduz o conceito de trapaceiro, ou seja, alguém que é ajudado agora pode em um futuro próximo não ajudar em retribuição.

A teoria de Trivers (1971) baseia-se no conceito de que o ato de beneficiar outrem quando aplicado ao parente, não é verdadeiramente

um ato altruístico e sim o desejo de beneficiar a família, assim diferencia-se a seleção por parentesco, do altruísmo recíproco.

Um verdadeiro ato altruísta existe quando pulamos na água para salvar um desconhecido do afogamento, mesmo quando nossa própria existência possa encontrar-se em risco. Esse tipo de comportamento altruísta, de pôr-se em risco, só será benéfico ao longo do tempo, e é comprovado com a utilização repetida de um dos elementos da teoria dos jogos, o dilema do prisioneiro.

A cooperação entre indivíduos foi e continuará sendo um ponto de discussão entre escolas de pensamento, logo presume-se que de um lado existem correntes que levam em consideração muito mais o altruísmo, como a de Kropotkin (2009), e escolas de outro lado que ensejam muito mais o egoísmo como Hamilton (1964a).

Pode-se assim presumir, raciocinando a partir dos escritos de Kropotkin (2009) que não somos tão maus quanto pensamos ser e que tendemos a nos ajudar porque nossa psique nos coloca sempre no lugar do outro, o altruísmo nesse caso pode desembocar na reciprocidade, afirma Laniado (2001, p. 228) que “a reciprocidade não é uma ação unilateral. Interconecta o doador e o receptor por meio de variados mecanismos, rituais e temporalidades significativas para os agentes”.

Pode-se raciocinar de outra forma, que só nos ajudamos porque somos egoístas e estamos pensando em nós mesmos, seja como for a cooperação pode estar presente inclusive entre egoístas.

É interessante saber que as abordagens que cada escola preconiza são em verdade reflexos da reunião de ideias de seus pensadores ao longo do tempo, entretanto alguns de seus integrantes conseguem elaborar pensamentos

que refletem a totalidade das ideias das duas escolas. Somos, portanto, capazes tanto de cooperar quanto de sermos trapaceiros no tocante a interação com o outro.

No transcorrer do desenvolvimento do tema foi utilizado também o ferramental matemático para explicar o nosso comportamento, William D. Hamilton em seus artigos A Evolução Genética do Comportamento Social I e II (1964), desenvolve o raciocínio sobre a disseminação do altruísmo, ou seja, para que essa característica seja amplamente difundida em uma população, os custos diretos (c) necessariamente devem ser menores que os benefícios indiretos (b) que o indivíduo obtém.

Nesses artigos, deixa-se claro que os custos diretos significam, o número de filhos que determinado indivíduo deixou de ter (com o percentual igual a 0,5), enquanto os benefícios indiretos são a quantidade de parentes (com percentual menor que 0,5), que se beneficiaram com a ação do altruísta que é ajustado pelo coeficiente de parentesco (r).

A partir daí é possível chegar a uma desigualdade matemática, vez que só pode-se perceber a disseminação do altruísmo caso o benefício multiplicado pelo coeficiente de ajuste, seja menor que o custo. É um conceito muito conhecido nas disciplinas de economia, onde em ambiente de escassez a relação entre custo e o benefício deve ser o objeto de minuciosa análise.

O desenvolvimento de modelos promovido por pesquisadores das ciências sociais, biológicas e/ou econômicas deram o impulso necessário para que fossem utilizados equipamentos computacionais para testar situações que teriam custos difíceis de serem absorvidos.

Custos que não necessariamente seriam mensurados como um valor econômico, mas, muito

mais como um valor psicológico bastante sensível. Abordar alguém e solicitar que ele/ela se autodenomine egoísta e/ou altruísta, a resposta poderia estar eivada de vícios e/ou dissimulação.

A simulação computacional é um meio factível para desenvolver estudos aproximados acerca de situações que envolvam a utilização de caráter e de estratégias de sobrevivência.

Estudo promovido por Axelrod & Hamilton (1986) no início da década de oitenta é considerado o ponto de partida para aqueles que pretendem adentrar o tema de evolução da cooperação. Naquele estudo foi promovido um torneio e foram convidados cientistas de diversas áreas do conhecimento humano para que desenvolvessem estratégias de sobrevivência para uma sociedade virtual.

Utilizar o ambiente computacional para promover a simulação em uma sociedade onde a interação é obrigatória entre indivíduos, demonstra que em toda sociedade existem elementos que tendem a cooperar e outros que não cooperam com seus semelhantes.

O presente artigo demonstra que dentro de um grupo social, pode existir um número percentual máximo aceitável de egoístas, um ponto onde uma vez ultrapassado haverá mutação matemática no gráfico que representa essa sociedade, isto é, mudança de orientação, onde o ponto de equilíbrio transforma-se em declínio.

2. METODOLOGIA

Os resultados alcançados nesse artigo foram todos baseados em simulações de interações sociais baseadas em computador, a decisão de utilizar essa metodologia aconteceu após nossa fase de coleta dados por meio de entrevistas, os resultados alcançados durante essa

etapa não coadunavam, principalmente em termos de velocidade, com a finalidade da pesquisa.

Concluimos que o tempo dispendido para a sua coleta assim como os resultados alcançados destoavam do que a estatística apregoa como probabilidade de acontecimentos de um valor. Com isso queremos dizer que no desenvolvimento de nossas atividades o número de entrevistados que se consideravam egoístas e vingativos divididos pela população total não alcançavam cinco por cento da população.

Na pesquisa utilizando simulação computacional estabelecemos que teríamos componentes variáveis e componentes fixos. Alguns dos componentes fixos seriam o caráter, só poderiam existir três: o vingativo, o altruísta e o egoísta, o outro componente fixo seria a quantidade inicial de indivíduos, 10.000 (dez mil).

A simulação computacional desenvolvida para esse artigo consistia em criar um ambiente social que promovesse a interação entre os integrantes, a tradução computacional seriam algoritmos baseados em matrizes que seriam preenchidas com indivíduos eletrônicos, onde no corpo desses indivíduos na matriz teriam estruturas a serem preenchidas.

Uma outra vantagem da simulação é a possibilidade de variar o percentual inicial de nascimentos de cada caráter, bem como o percentual de nascimentos de novos indivíduos para recompor os que morreram.

A estrutura a ser preenchida seriam locais, haveriam nessa estrutura dos locais espaços onde seriam armazenados seu caráter, seu parasita, seu número de identificação social, o número do indivíduo com quem interagiu dentre outros.

Ao ser gerados os indivíduos, esses deveriam nascer com algumas características (locais) preenchidos, um deles seria o parasita, esse parasita só seria retirado por um outro elemento integrante dessa sociedade, se um sujeito nascido com parasita permanecer com ele morrerá.

Cada indivíduo também nasceria com um caráter, que poderia ser egoísta, altruísta ou vingativo. Cada caráter tem um a forma própria de interação social, o altruísta retiraria o parasita de todos com quem ele interagir, o egoísta não retiraria de ninguém, e o vingativo em uma primeira interação iria retirar o parasita de quem ele interagir e guardaria a ação de quem interagir com ele para devolver a gentileza em uma próxima interação.

Um indivíduo na sociedade interagiria com o outro de forma aleatória, um elemento de um local na sociedade poderia interagir com qualquer outro existente na naquela grade social.

O local que contiver um indivíduo morto após algumas gerações pré-estabelecidas receberia um novo elemento.

Durante os nossos testes fizemos variar os percentuais de nascimento na primeira geração de cada caráter, variamos também a quantidade de gerações, variamos a quantidade de renascimentos, ou melhor de nascimento de novos indivíduos para preencher o lugar dos indivíduos que morreram.

3. RESULTADOS

Aqui iremos discutir os resultados encontrados a partir da utilização dos algoritmos juntamente com as teorias anteriormente abordadas.

3.1. ALGORITMOS

As simulações sociais baseadas em algoritmos de interações são necessárias para consubstanciar nossas proposições, ou seja, verificar qual o percentual máximo aceitável de egoístas em uma população. Considerando que as interações sociais nos algoritmos podem ser controladas em seus percentuais, tais como a quantidade de caracteres, a quantidade de renascimentos dentre outros.

Nesta pesquisa, admitimos como hipótese para esse modelo de interação social eletrônico que existe a premissa de haver um valor máximo aceitável de quarenta por cento de egoístas dentro de uma sociedade para que ela possa recuperar-se ao valor inicial, esse parâmetro inicial foi obtido por meio de onerosas simulações, e que o caráter vingativo tende a sobreviver nas simulações mais que todas os outros caracteres.

3.1.1 ALGORITMO COM MOVIMENTAÇÃO BASEADA EM AUTÔMATO

No primeiro algoritmo cria-se uma população de 10.000 (dez mil) indivíduos, em uma matriz de 100 x 100 de forma aleatória ou de forma percentualmente premeditada com os características egoísta, altruísta e vingativo. A cada um dos elementos da matriz é designado um número, um caráter, um parasita e um estado inicial. (Figura 4).

Seu comportamento de interação nessa matriz funcionará com os princípios de um autômato celular, mais especificamente o modelo de vizinhança de Von Neumann (1966), isso implica que cada elemento deverá ter como vizinho um acima, um abaixo, um do lado esquerdo e ao lado direito. As regras de movimentação são as seguintes:

- Antes de cada movimentação há uma certificação da existência dos quatro vizinhos;
- A interação segue o mesmo caminho da distribuição, aleatória, ou seja, gera-se um número aleatório e esse número é o número do indivíduo na linha;
- O primeiro caráter/indivíduo da matriz irá interagir com o outro (um dos vizinhos), caso esteja morto nada será feito, caso esteja vivo, a interação acontecerá para tirar o parasita ou não, dependendo da característica dele e do vizinho.
- A interação do altruísta com qualquer outro caráter indica que esse elemento eliminará o parasita do outro com quem ele interagir;
- A interação do egoísta com qualquer outro caráter indica que esse elemento não eliminará o parasita do outro com quem ele interagir;
- A interação do vingativo com qualquer outro caráter indica que esse elemento fará uma primeira interação, sendo que na primeira interação sempre agirá como altruísta, quando um outro indivíduo interagir com o vingativo ele sempre devolverá o tratamento recebido;
- Haverá nascimentos no presente algoritmo, sendo que o local de nascimento será “gerado” aleatoriamente. Quando o local escolhido for um local ocupado por um indivíduo vivo, esse nascimento não se concretizará;
- A cada geração um indivíduo receberá um parasita;
- Após as gerações, aquele que tiver oito ¹ parasitas perecerá.

¹ A escolha do número oito foi feita em função dos exaustivos testes indicarem que o gráfico resultante com essa quantidade de parasitas o deixava visível e inteligível.



Figura 4. Representação do modelo de preenchimento das características internas dos algoritmos com movimentação baseada em autômato celular e baseada em matriz. Fonte: elaboração própria

Na Figura 4, as letras na célula representam respectivamente: N = Número do indivíduo; C = Caráter recebido; P = Número de Parasitas no Momento e V = Vivo e se estiver M = Morto

		Indivíduo i-1, j		
	Indivíduo i, j-1	Indivíduo i, j	Indivíduo i, j+1	
		Indivíduo i+1, j		

Figura 5. Representação gráfica da interação de um indivíduo. Fonte: elaboração própria

Os dados resultantes servirão para elaborarmos nossas análises investigativas. (Figura 5).

Na representação da Figura 5 demonstra-se um autômato bidimensional, onde cada célula tem a característica (i,j), sendo a letra i representando as linhas e a letra j as colunas.

Cada célula (i,j), recebe seus valores representativos de seus elementos, que no caso em questão são os caracteres, logo no transcorrer do tempo t seus valores serão modificados em função das regras, a que se submetem.

Esse estado atual da célula, será modificado em função do Cij da sua vizinhança, ou seja, sua representação algébrica é:

$$C_{ij}^t = R(C_{i,j+1}^t, C_{i,j-1}^t, C_{i+1,j}^t, C_{i-1,j}^t)$$

E ainda:

$$C_{ij}^{t+1} = R(C_{i,j+1}^{t+1}, C_{i,j-1}^{t+1}, C_{i+1,j}^{t+1}, C_{i-1,j}^{t+1})$$

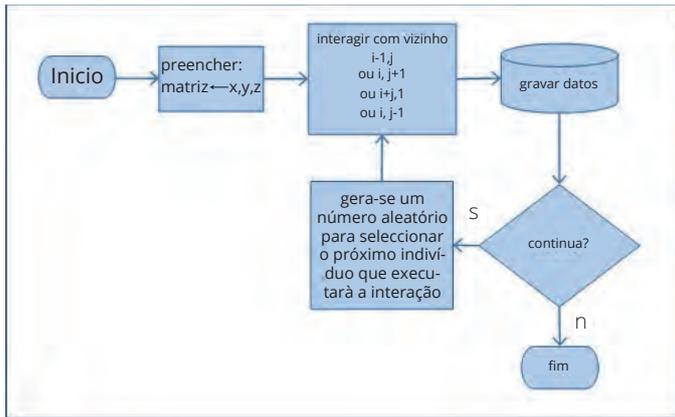


Figura 6. Representação do algoritmo com movimentação em autômato celular. Fonte: elaboração própria

3.2 APLICAÇÃO DO ALGORITMO COM MOVIMENTAÇÃO BASEADA EM AUTÔMATO

Nas simulações com o algoritmo baseado em autômato observa-se que, em uma população de 10.000 de indivíduos (matriz de 100 x 100), ao gerar a taxa de preenchimento da matriz com os indivíduos com caráter egoísta e com os outros na proporção de um terço para cada um dos caracteres, consegue-se verificar o desempenho de uma população no tocante a sua capacidade de retornar a sua configuração original de equilíbrio.

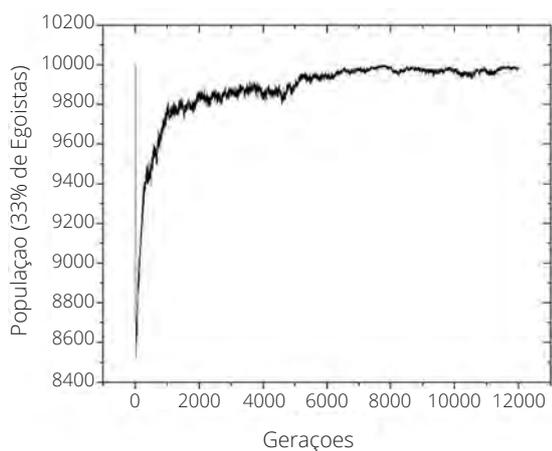


Figura 1. Representação da população x geração. Fonte: elaboração própria. Fonte: elaboração própria

Na Figura 1 pode ser observado que em uma população de 10.000 (dez mil) indivíduos, logo na primeira geração há um declínio de aproximadamente dezoito por cento da população nas primeiras gerações, considerando que:

- A população inicial é de 10.000 (dez mil indivíduos);
- A passagem da primeira para a segunda geração “consome” aproximadamente 2.500 (dois mil e quinhentos indivíduos);
- Ao resolver a equação:

$$p = \left(\frac{2500}{10000} \right) \cdot 100$$

Obtêm-se um p (percentual) de aproximadamente 25% (vinte e cinco por cento) da população.

Ainda, a Figura 1, demonstra que por volta da segunda geração já há indícios de recuperação da população, haja vista a trajetória ascendente no gráfico, e prosseguindo nas observações da mesma figura, pode-se verificar na geração 7.000 (sete mil) uma aproximação do estado inicial de 10.000 (dez mil) indivíduos. (Figura 2).

No mesmo algoritmo alteramos a proporção de egoístas na população inicial, visualmente

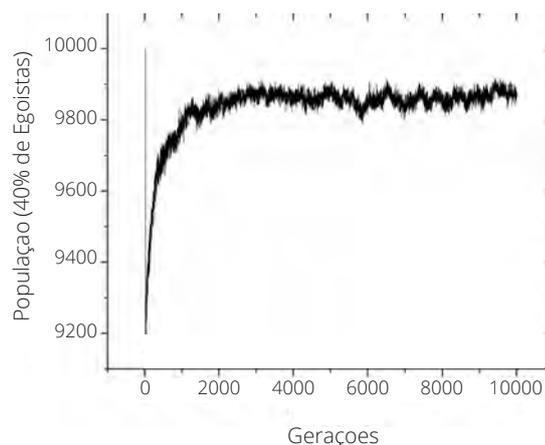


Figura 2. Representação da população x geração (40% egoísta). Fonte: elaboração própria

pode-se perceber que a recuperação demonstrada no gráfico acima não consegue alcançar o mesmo nível numérico que o gráfico anterior, significa que a medida que aumentamos o número percentual de egoístas na matriz a sua recuperação tende a se afastar do número inicial.

Na Figura 2 pode-se observar que há também um declínio acentuado no gráfico na passagem da primeira para a segunda geração, significa que sucumbiram aproximadamente 800 (oitocentos) indivíduos, ou um p de aproximadamente 8% (oito por cento), e a população consegue ir recompondo-se à medida que as próximas gerações acontecem.

O p acima é calculado de forma semelhante ao que fizemos anteriormente, onde:

$$p = \left(\frac{800}{10000} \right) \cdot 100$$

Pela observação da Figura 2 verifica-se que essa recomposição é dificultada, e alcançar o patamar inicial de 10.000 (dez mil) indivíduos não é possível, isso mudando o percentual de variação de 7% (sete por cento) de indivíduos com caráter egoísta na população.

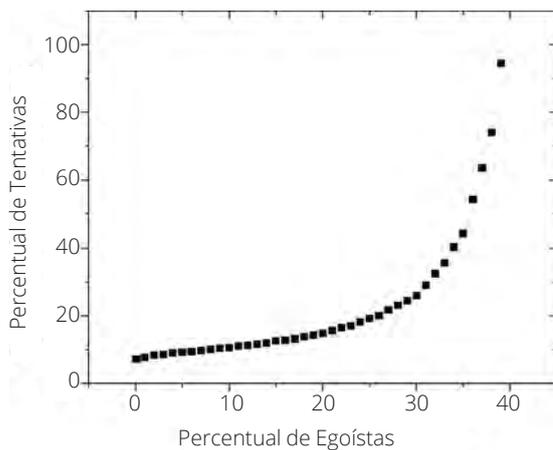


Figura 3. Representação do percentual de tentativas x percentual de indivíduos egoístas. Fonte: elaboração própria

Dentre os resultados encontrados, o que se torna mais evidente é que quando se efetua a simulação no algoritmo, gerando um percentual de 0,01% de egoístas necessita-se ter um mix de taxa de tentativas de “natalidade” dos vingativos e altruístas de 7%, dessa forma consegue-se uma perspectiva real de maior proximidade com a realidade (Figura 3).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das relações entre os caracteres altruísta, vingativo e egoísta em simulações computacionais, abre a possibilidade de explorar ramificações científicas distintas. Existe a possibilidade de seguir pelas ciências sociais, pela economia, pela biologia ou mesmo pela estatística, dentre outras.

O amplo espectro proporcionado pelo tema, obriga a fazer recortes e ater-se em observar os resultados simulados da interação de caracteres, abordando unicamente o viés escolhido e, dispensar o olhar aprofundado às outras áreas passíveis de imersão.

A escolha efetuada na presente pesquisa aborda e aprofunda nos conceitos existentes nas ciências sociais, biológicas e nas ciências econômicas, isso posto, é nas ciências biológicas que vai-se deter para elaborar os métodos.

Contando, portanto, com dois matemáticos; Rapoport e Axelrod, um químico George Price. Axelrod vai propor um torneio onde várias estratégias vão interagir para tentar suplantar a outra, nesse o algoritmo de Rapoport vai sagrar-se vencedor utilizando a premissa de devolver o mesmo tratamento que recebeu na interação anterior.

A conexão que de George Price faz é que ele inicia um campo de pesquisa inovador ao possibilitar às ciências sociais iniciar o processo

“medição” de um elemento abstrato como é o altruísmo. Além de contribuir também com sua história pessoal quando tenta provar que era possível alguém ser integralmente altruísta ².

Uma observação que se pode fazer é a de que altruísmo e cooperação são conceitos próximos em sua gênese, muito embora a relação seja entendida como unívoca, o resultado da ação das duas é sempre positivo.

Conceitos de teoria dos jogos estão presentes indiretamente aqui nesse trabalho de pesquisa como o método de teste das possibilidades de cooperar ou não. Os algoritmos elaborados são permeados por esses conceitos.

Quando da elaboração da ideia do algoritmo a intenção precípua era verificar se a nossa primeira hipótese revelava-se verdadeira, que se o caráter egoísta ultrapassasse um determinado percentual do total de uma população, essa não conseguiria se recompor.

Descobre-se que, após nossa simulação, o percentual encontrado foi de 39% (trinta e nove por cento). Com isso podemos afirmar que se o total de egoístas numa população ultrapassar o limite encontrado de 39% (trinta e nove por cento), a população não consegue se recompor aos níveis iniciais.

Uma outra evidência numérica é a de que para cada 0,01% (zero virgula zero um por cento) de egoísta em uma simulação necessitaremos de tentativas de nascimento de 7% (sete por cento) da população de um mix de altruístas e vingativos para manter a população em equilíbrio.

No próprio resultado obtido pelo algoritmo de simulação social busca-se verificar se a segun-

da hipótese era verdadeira, ou seja, que o caráter vingativo sempre iria sobreviver durante mais gerações que o caráter altruísta e que o caráter egoísta, como proposto por Axelrod.

Os resultados obtidos mostraram que durante nossas simulações, o caráter egoísta sempre sucumbiu muito mais rapidamente que o vingativo e o altruísta, entretanto percebeu-se que tanto em uma única simulação quanto em um conjunto de simulações, os resultados encontrados para o caráter altruísta acompanham a curva de sobrevivência do caráter vingativo.

O comportamento simulado da sobrevivência na população proposta, dá-se em função da interação dos vingativos com os egoístas, e da mesma forma desses (vingativos) com os altruístas, que impacta na prolongação da longevidade que se observa para todos os caracteres.

Com o presente resultado alcançado nessas simulações, verifica-se que a construção de relações baseadas na cooperação leva o indivíduo a promover sua longevidade ao longo das gerações.

Percebe-se nos resultados da simulação que aqueles indivíduos que “pensam” unicamente no seu próprio bem-estar sem preocupar-se em retribuir a cooperação que recebeu anteriormente podem encurtar sua existência.

No caso em questão, aqueles que cooperaram entre si sobreviveram muito mais, lembremos que no algoritmo proposto o egoísta sempre que cruzava com um altruísta recebia a cooperação, entretanto aquele nunca retribuía a benesse.

Quando o egoísta cruzava pela primeira vez com o vingativo ele era ajudado, mas quando a situação era inversa o vingativo não era ajudado, entretanto esse guardava em sua “me-

² George R. Price fez experimentos com ele próprio, a sua família, usando seu dinheiro e seus bens para provar que um ser humano pode ser totalmente altruísta, perdeu sua família, seu emprego, seus bens e sua vida ao longo desse processo.

mória” se tinha ou não sido ajudado por aquele indivíduo egoísta.

O resultado da retribuição complica a vida de um indivíduo egoísta, ao passo que facilitava a vida do altruísta. O elemento complicador para o egoísta é que ele receberá o mesmo tratamento que deu, e no caso do altruísta da mesma forma, ele receberá o mesmo tratamento que deu ao egoísta.

O resultado desse tipo de comportamento do altruísta e do egoísta implica diretamente na longevidade de sua sobrevivência ao longo do tempo, é o que nos mostra o resultado da nossa simulação.

Salienta-se que os resultados foram emulados em computador utilizando um recorte da realidade, portanto os objetivos propostos estão de acordo com os resultados alcançados, em trabalhos futuros pode-se extrapolar os presentes resultados.

O caminho percorrido na presente tese pode encontrar ramificações dependendo da ótica pretendida por cada pesquisador. A contribuição dada pela presente tese está em interconectar caracteres em ambiente virtual

utilizando teorias provenientes de ciências distintas, na observação de trabalhos anteriores conseguimos encontrar simulações com perspectivas e montagens divergentes da nossa proposta.

Os resultados encontrados respondem as nossas duas hipóteses, a primeira é que existe um percentual máximo aceitável em uma população com egoístas que impede que essa sucumba, o percentual encontrado foi de 39%. A segunda hipótese é respondida, entretanto demonstra que os vingativos não sobrevivem mais que os outros caracteres, ao menos não mais que os altruístas.

A cooperação, consegue-se observar, é um tipo de comportamento que a longo prazo beneficia a todos os envolvidos no tecido social.

7. BIBLIOGRAFIA

- Ádamo, A. de S. (2003). A Teoria dos Jogos e as Ciências Sociais (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado de São Paulo, Brasil.
- Almeida, F. P. L. de. (2011). A Evolução da Mente Normativa: Origens da Cooperação Humana (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília, Brasil
- Aquino, J. (2008). A Evolução da Cooperação entre Antropoides Virtuais (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
- Axelrod, R. (2010). A Evolução da Cooperação. São Paulo: Leopardo Editora.
- Axelrod, R., e Hamilton, W. (1986). *Science*. New Series, 211(4489), 1390–1396.
- Bierman, S., e Fernandez, L. (2011). Teoria dos Jogos. São Paulo: Pearson Universitário.
- Buchanan, M. (2001). O padrão invisível. Tradução de Luiz Roberto Mendes Gonçalves. Consultado em 5 jan. 2012, desde <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs2801200103.htm>
- Cabral, R. de M. (2008). Jogos evolucionários (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Fluminense, Brasil.
- Costa, F. A. P. L. (2012). O Preço do Altruísmo. *História, Ciências, Saúde. Scielo*, 19(4), 1352-1355, Consultado em 3 mar 2013, desde <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v19n4/17.pdf>
- Damásio, A. (2009). O Erro de Descartes. São Paulo: Cia da Letras.
- Davis, M. D. (1973). Teoria dos Jogos. São Paulo: Cultrix.
- Dawkins, R. (2010). O Gene Egoísta. São Paulo: Cia da Letras.
- Denett, D. (1998). A Perigosa Ideia de Darwin. Rio de Janeiro: Rocco.
- Eccles, J. C., e Popper, K. R. (1977). O Eu e Seu Cérebro. São Paulo: Papyrus.
- Flick, U. (2009). Introdução Pesquisa Qualitativa. Porto Alegre: Artmed.
- Hamilton, W. (1964). The genetical evolution of social behaviour. I. *Journal Of Theoretical Biology*, 7(1), 1-16. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193\(64\)90038-4](http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193(64)90038-4)
- Hamilton, W. (1964). The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal Of Theoretical Biology*, 7(1), 17-52. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193\(64\)90039-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193(64)90039-6)

- Silva, A. R. da. (2012). Antecedentes históricos, principais obras e autores. Teoria dos Jogos e Cooperação para Filósofos. Consultado em 12 maio 2012, desde <http://www.discursus.xpg.com.br/tjcf/1111tjcf.html>
- TRIVERS, R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *The Quarterly Review of Biology*, 46(1), 35–37.
- Von Neumann, J., e Morgenstern, O. (1966). *Theory of Self-reproducing Automata*. Chicago: University of Illinois Press
- Wilson, E. O. (1989). *Consiliência: A Unidade do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Record.