

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

CENTRO DE INFORMÁTICA

GABRIEL TORREÃO DE SÁ MEDEIROS



**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE
ENTRETENIMENTO DIGITAL PARA USO EM PESQUISAS
CIENTIFICAS SOBRE O PROBLEMA DE DIVISÃO DE RECURSOS**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

RECIFE

2016

GABRIEL TORREÃO DE SÁ MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE
ENTRETENIMENTO DIGITAL PARA USO EM PESQUISAS
CIENTIFICAS SOBRE O PROBLEMA DE DIVISÃO DE RECURSOS**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Trabalho de Graduação apresentado à
graduação em Ciência da Computação do
Centro de Informática da Universidade Federal
de Pernambuco para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Giordano Ribeiro Eulalio Cabral
(grec@cin.ufpe.br)

RECIFE
2016

GABRIEL TORREÃO DE SÁ MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE
ENTRETENIMENTO DIGITAL PARA USO EM PESQUISAS
CIENTIFICAS SOBRE O PROBLEMA DE DIVISÃO DE RECURSOS**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Trabalho de Graduação apresentado à
graduação em Ciência da Computação do
Centro de Informática da Universidade Federal
de Pernambuco para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.

Recife, ____ de Janeiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Giordano Ribeiro Eulalio Cabral
(Orientador)

Prof. Geber Lisboa Ramalho
(Avaliador)

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família por toda a paciência e suporte emocional durante o desenvolvimento deste trabalho, e por todo o decorrer do meu curso de graduação. Todo apoio recebido por parte de todos da minha família foi fundamental para manter a minha disposição e perseverança na luta pelos meus objetivos.

Agradeço à Guilherme Cabral e Delando Junior da PsyFun por toda a ajuda no desenvolvimento deste projeto, desde a concepção e base teórica da ferramenta, até a elaboração e execução dos testes realizados.

Por último, porém não menos importante, agradeço ao meu orientador Giordano Cabral, por me guiar por todo o desenvolvimento deste trabalho. Sua disponibilidade e interesse neste projeto de pesquisa foram indispensáveis para a realização do planejamento proposto.

Resumo

A partir de sua introdução na sociedade, ferramentas de entretenimento digital, especificamente jogos digitais, foram construídos apenas como veículos para diversão. Porém com a evolução da sociedade moderna, estas ferramentas passaram a ter seus propósitos redefinidos, diversão passou a não mais ocupar o foco principal, sendo este redirecionado à objetivos como educação e pesquisa. O advento da teoria dos jogos como uma área de estudos formalmente reconhecida possibilitou estudiosos a utilizarem, ao seu potencial máximo, um dos maiores aspectos existentes nos jogos digitais: imersão. Economistas, biólogos, até psicólogos da atualidade fazem uso das diretrizes e modelos propostos pela teoria dos jogos para construir cenários e situações em jogos, suficientemente análogos à possíveis situações no mundo real, onde as respostas e reações de seus agentes, ou seja os jogadores, se aproximam o máximo possível daquelas as quais surgiriam no mundo real. Estudos provenientes desta área de pesquisa foram capazes de gerar um volume de conhecimento igualmente vasto e valioso, desde análises e predições de fenômenos comportamentais em diferentes populações tanto humanas quanto animais, até explicações para o surgimento de atitudes aparentemente contrárias à auto-preservação individual. Este trabalho de pesquisa tem como objetivo implementar e avaliar a viabilidade do uso de um jogo digital, construído usando a teoria dos jogos, como ferramenta de pesquisa científica no campo da psicologia cognitiva.

Abstract

Ever since they were first introduced in society, digital entertainment tools, specifically digital games, were constructed solely as a means for fun. However, as modern society evolved, these tools began to have their purpose redefined, fun was no longer their primary focus, instead being replaced with new objectives such as education and research. The advent of game theory as a formally recognized field of research allowed researchers to take full advantage of one of the most important aspects of digital games: immersion. Economists, biologists, and even modern day psychologists make use of the guidelines and models proposed by game theorists to build game scenarios that reflect the real world as closely as possible, in which the answers and reactions of their agents, the players, are as equal to those that would arise in reality. Studies from this research area have been capable of generating an amount of knowledge equally vast and valuable. From analysis and predictions regarding behavioral phenomena between different populations of humans and animals alike, to explanations for the rise of attitudes seemingly contrary to ones self-preservation. This research paper has the objective of implementing and evaluating the viability of using a digital game, developed using game theory, as a scientific research tool in the field of cognitive psychology.

Sumário

1. Introdução.....	9
1.1. Objetivos.....	10
1.2. Estrutura do documento.....	10
2. O problema de divisão de recursos.....	11
2.1. Definição do problema de divisão justa.....	11
2.2. O que é justo?	11
3. A Teoria dos jogos.....	12
3.1. Origem e evolução.....	12
3.2. Principais áreas de aplicação.....	13
3.3. Tipos de jogos.....	13
3.3.1. Cooperativo/Não cooperativo.....	14
3.3.2. Simétrico/Assimétrico.....	14
3.3.3. Soma zero/Soma não zero.....	14
3.3.4. Simultâneo/Sequencial.....	14
3.3.5. Informação perfeita/Informação imperfeita.....	15
3.4. Exemplos de modelos de jogos.....	15
3.4.1. Dilema do prisioneiro.....	15
3.4.2. Jogo do ditador.....	16
4. Construção da ferramenta.....	17
4.1. Descrição formal.....	17
4.2. O dilema do prisioneiro iterado.....	17
4.3. Cooperação e egoísmo.....	18
4.4. Modelagem.....	19
4.4.1. Requisitos da ferramenta.....	19
4.4.2. Os jogadores.....	20
4.4.3. Fluxo do jogo.....	21
4.4.4. Resultado da partida.....	23
4.5. Implementação.....	24
4.5.1. Ferramenta de desenvolvimento.....	24
4.5.2. Assets.....	24
4.5.3. O protótipo "Spinning Baskets"	24
5. Avaliação do protótipo.....	26
5.1. Descrição dos testes.....	26
5.2. Ambiente de avaliação.....	29
5.3. Dados coletados.....	30
5.4. Resultados.....	30
5.4.1. Validação de usabilidade.....	30

5.4.2. Validação da intuitividade.....	31
5.4.3. Avaliação da diversão.....	31
5.4.4. Validação dos dados estatísticos.....	32
6. Conclusão.....	34
6.1. Contribuições.....	34
6.2. Dificuldades encontradas.....	34
6.3. Trabalhos Futuros.....	34
Referências Bibliográficas.....	35
Apêndice A.....	36
A.1 - Dados compilados para análise estatística (parcial).....	36
A.2 - Regressões estatísticas.....	37

1. Introdução

Pesquisadores de diversas áreas do conhecimento científico tem à sua disposição diversos métodos e ferramentas pré-estabelecidos para escolherem e usar em seus trabalhos. Porém, o constante desenvolvimento de áreas econômicas, tecnológicas e sociais é capaz de tornar tais métodos e estudos insuficientes, ou até mesmo obsoletos, diante de novos cenários nunca antes explorados.

Ferramentas de pesquisa científica capazes de coletar um volume grande de informações muitas vezes não são capazes de cobrir o escopo desejado em cada estudo individual, fazendo-se necessário a agregação, compilação e análise de dados provenientes de diversas fontes para se obter uma conclusão satisfatória. O esforço e os recursos requeridos para a realização de uma pesquisa científica podem crescer de maneira assustadora, especialmente no caso de uma pesquisa cujo objeto de estudo é de natureza subjetiva, como por exemplo, estudos feitos sobre o comportamento e pensamento do ser humano.

A tecnologia digital tem providenciado oportunidades de criação e desenvolvimento de novas ferramentas de pesquisa mais robustas e completas, capazes de fornecer um entendimento mais profundo sobre o comportamento e raciocínio humano diante de certas situações. Estudos sobre aspectos sociais, psicológicos, entre outros, muitas vezes requerem dados de respostas fornecidas por diversas pessoas diferentes, porém, ferramentas de pesquisa digitais populares, por exemplo o questionário eletrônico, forçam seus participantes a seguirem um roteiro tedioso de ações repetitivas, resultando em uma queda no interesse, engajamento e, consequentemente, na qualidade dos dados coletados.

Visando mitigar os efeitos do tédio e da falta de engajamento no uso de tais ferramentas de pesquisa digital, em estudo conduzido[1], cujo objetivo foi compilar uma série de diretrizes para pesquisadores e desenvolvedores buscando construir uma ferramenta de entretenimento digital (jogo de computador) para auxiliar em pesquisas sobre o problema da divisão de recursos.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal modelar e implementar uma ferramenta de entretenimento digital conceituada em trabalho realizado por Samuel Luna Martins^[1], e por fim validar sua usabilidade em estudos sobre o problema da divisão de recursos. Conceitos de diversão para game design serão altamente considerados e agregados neste processo, visando o maior engajamento de seus usuários.

1.2 Estrutura do documento

Este trabalho está organizado em seis capítulos.

O capítulo 2 apresenta uma visão conceitual do problema da divisão de recursos, tomando como base o problema "Fair Division", seguido de uma breve análise sobre o que é justo.

O capítulo 3 apresenta os fundamentos da Teoria dos Jogos, sua origem, e como seus estudos, em diversas áreas do conhecimento, auxiliam na construção da base científica da ferramenta proposta neste trabalho. Exemplos de contribuições de estudos científicos com base na teoria dos jogos serão mostrados, juntamente a exemplos de modelos de jogos desenvolvidos e suas aplicações nas áreas de pesquisa.

O capítulo 4 detalha o processo de desenvolvimento da ferramenta proposta, descrevendo sua concepção, modelagem e implementação. Serão apresentados os requisitos levantados e por fim, o protótipo desenvolvido.

O capítulo 5 apresenta o processo de validação do protótipo construído, serão avaliados os dados coletados pela ferramenta, a percepção e usabilidade da ferramenta pelos usuários, e por fim serão apresentadas as análises sobre os dados coletados e os resultados obtidos.

O capítulo 6 apresenta a conclusão deste trabalho, trazendo um fechamento sobre as contribuições oferecidas e dificuldades encontradas durante seu desenvolvimento. Ao final serão apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2. O problema da divisão de recursos

Recurso refere-se a algo de valor a um indivíduo, grupo ou instituição, e pode ser de natureza física ou subjetiva. Diferentes indivíduos podem atribuir diferentes valores a um certo recurso a partir do resultado de uma análise baseada em múltiplos fatores: situação financeira, cultura, educação, profissão, religião, etc. Considerando que o conjunto de recursos disponíveis é limitado, qual seria o melhor procedimento de divisão entre um número qualquer de indivíduos a ser seguido, para que os subconjuntos de recursos resultantes tenham valores relativos aos seus recipientes mais próximos possíveis. Ou seja, qual seria a melhor divisão a qual seus participantes consideram justa.

2.1 Definição do problema de divisão justa

Divisão Justa ("Fair Division") é o problema de dividir um conjunto de bens ou recursos entre várias pessoas as quais têm o direito a eles, de forma que cada uma receba sua quota-parte. Este problema surge em diversos cenários no mundo real como leilões, acordos de divórcio e até mesmo na alocação de frequências de rádio. Isso é uma área de pesquisa ativa em matemática, economia, teoria dos jogos, entre outros. Tendo como objetivo a criação de procedimentos, ou algoritmos, para alcançar uma divisão justa, ou provar sua impossibilidade, tendo como princípio fundamental o fato de que tal divisão deve ser feita pelos seus próprios participantes, em casos na presença de um mediador, porém nunca um ditador, visto que apenas os participantes sabem como eles avaliam os bens.

2.2 O que é justo?

Diversas soluções propostas por estudos sobre a teoria de Divisão Justa podem resultar em divisões consideradas injustas por muitos. Isso acontece pelo fato de que estes estudos focam em conceitos de justiça subjetiva. De acordo com a Teoria subjetiva do valor, um valor de um bem, ou recurso, não é determinado por qualquer característica inerente deste bem, nem pela quantidade de trabalho necessário para produzi-lo, ao invés disso, valor é determinado pela importância que um indivíduo coloca sobre um bem para o alcançar seus fins desejados ^[2].

3. A Teoria dos Jogos

A teoria dos jogos pode ser definida como "o estudo de modelos matemáticos de conflito e cooperação entre tomadores de decisões inteligentes e racionais."^[3] Esta definição ajuda a ilustrar alguns dos principais focos de estudo contemplados pela teoria dos jogos moderna: os modelos matemáticos os quais simulam cenários do mundo real o mais fielmente possível, e os temas de conflito e cooperação indicando que decisões tomadas em certos cenários podem resultar em prejuízo ou em benefício mútuo para aqueles envolvidos.

Estudos realizados e propostos pela teoria dos jogos moderna são principalmente utilizados nas áreas de economia, ciência política e psicologia, apesar de áreas como lógica, ciência da computação, biologia e até mesmo Poker (Texas No Limit Hold'Em)^[4] também terem explorado diversas linhas de pesquisa com base na teoria dos jogos moderna.

3.1 Origem e evolução

A primeira discussão sobre teoria dos jogos conhecida foi registrada em uma carta escrita por Charles Waldegrave e seu tio James Waldegrave, onde nela é proposta uma solução minmax de estratégia mixa para o jogo de cartas "le Her"^[5], ou seja, dado um conjunto de estratégias possíveis as quais um jogador pode utilizar, qual seria a probabilidade de uma dada estratégia resultar na perda mínima.

Teoria dos jogos tornou-se um campo de pesquisa científica único e reconhecido após a publicação do artigo "On the Theory of Games of Strategy" por John Von Neumann em 1928^[6]. Desde então, pesquisadores de diversas áreas tem utilizado a teoria dos jogos como um método de matemática aplicada para criar novos modelos, ou até mesmo adaptar e remodelar modelos já existentes, de jogos para estudar uma grande variedade de comportamentos humanos e animais.

Estudos realizados com o uso da teoria dos jogos tem como objetivo principal descrever e modelar como uma certa população humana se comporta em um determinado cenário. A ideia central é de que ao encontrar um equilíbrio em um jogo, ou seja, no momento em que cada jogador atinge um conjunto finito de possíveis estratégias de melhor resultado, seria possível prever como populações humanas no mundo real se comportariam quando confrontadas com situações análogas ao jogo em estudo. Existem, porém, debates questionando se a análise destes experimentos é capaz de capturar todos os aspectos de uma situação relevante por completo^[7].

Desenvolvimentos na área da teoria dos jogos moderna resultaram em uma nova aplicação chamada "Teoria dos Jogos Evolutiva", onde os modelos de jogos desenvolvidos e estudados são aplicados sobre uma população biológica em evolução.

3.2 Principais áreas de aplicação

Estudiosos e pesquisadores de diversas áreas tem utilizado teoria dos jogos para modelar e estudar padrões comportamentais de uma certa população humana, ou animal, diante de certas situações.

Teoria dos jogos é um dos principais métodos utilizados nas áreas de economia matemática e negócios para modelar comportamentos competitivos entre agentes relacionados a um modelo econômico. Aplicações nestas áreas tem como foco mais comum a determinação de um conjunto de estratégias as quais formam um "conceito de solução" ou "equilíbrio", definido em teoria dos jogos como sendo uma regra formal para prever como um jogo será jogado por cada jogador.

Em biologia, a utilização da teoria dos jogos tem sido utilizada para entender e explicar a emergência de diversos fenômenos e comportamentos no mundo animal. O uso da teoria dos jogos evolutiva o do conceito de "estratégia evolucionariamente estável"^[8] por biólogos permitiu a elaboração de estudos os quais explicam o surgimento e desenvolvimento de fenômenos como a comunicação entre animais, comportamentos agressivos e territorialidade^[9].

Em ciência da computação, principalmente após o advento da internet, a teoria dos jogos forneceu uma forte base teórica para áreas de desenvolvimento de sistemas multiagentes, teorias lógicas, além do uso de modelos de jogos na área de computação iterativa. Uma ramificação da teoria dos jogos clássica chamada "Teoria dos jogos algorítmica"^[10] trouxe grandes avanços no desenvolvimento de algoritmos cujo capazes de encontrar equilíbrios em jogos, sistemas peer-to-peer, mercados de informação e até leilões digitais. Aplicações nestas áreas tem como foco de estudo algoritmos cujo retorno depende de entradas de múltiplos agentes os quais desejam o retorno de maior benefício para si.

3.3 Tipos de jogos

Os jogos estudados pela teoria dos jogos são objetos matemáticos bem definidos os quais devem especificar os seguintes elementos: os jogadores do jogo, a informação e as ações disponíveis a cada jogador em cada ponto de decisão, e as recompensas para cada resultado. Os jogadores são considerados agentes inteligentes e racionais capazes de tomar decisões. A informação disponível a um jogador no momento de decisão é definida como perfeita, caso este jogador tenha conhecimento

das decisões tomadas pelos jogadores anteriores a ele, ou imperfeita, caso contrário. As ações disponíveis a cada jogador em cada ponto de decisão formam o conjunto de estratégias existentes para o jogo em estudo.

A partir da definição destes quatro elementos (jogadores, informação, ações e recompensas), o jogo em estudo pode ser classificado em diferentes tipos para facilitar sua descrição matemática.

3.3.1 Cooperativo/Não Cooperativo

Um jogo é considerado cooperativo se os jogadores são capazes de formar acordos entre si os quais devem ser cumpridos. Geralmente assume-se que existe comunicação entre os jogadores em um jogo cooperativo, enquanto que em um jogo não cooperativo isto não é permitido.

Apesar desta definição binária, um jogo pode ser considerado híbrido caso contenha elementos cooperativos e não cooperativos. Por exemplo, alianças são formadas entre jogadores em um jogo cooperativo, porém agem de maneira não cooperativa diante de alianças diferentes.

3.3.2 Simétrico/Assimétrico

Um jogo é considerado simétrico quando as recompensas resultantes da aplicação de uma estratégia em particular dependem apenas das demais estratégias aplicadas, independente de quem as aplicou.

Os jogos assimétricos mais comumente estudados são jogos onde o conjunto de estratégias disponíveis são diferentes para ambos os jogadores.

3.3.3 Soma zero/Soma não zero

Um jogo é classificado como soma zero quando a soma do benefício total de cada o jogador, para toda combinação de estratégias, sempre resulta em zero. Informalmente, o benefício de um jogador sempre resulta em um prejuízo de igual valor para outro jogador.

Muitos dos jogos estudados em teoria dos jogos são do tipo soma não zero, ou seja, o benefício de um jogador nem sempre resulta em um prejuízo a outro jogador.

3.3.3 Simultâneo/Sequencial

Um jogo é considerado simultâneo quando as ações disponíveis para cada jogador devem ser realizadas simultaneamente. Jogos sequenciais são jogos onde

jogadores tomam decisões em turnos e cada jogador tem alguma informação sobre as ações realizadas anteriormente.

Caso as ações cada jogador não sejam realizadas simultaneamente, porém nenhum jogador tem conhecimento de nenhuma ação previamente realizada, o jogo é considerado efetivamente simultâneo.

3.3.4 Informação perfeita/Informação imperfeita

Jogos de informação perfeita são jogos onde todos os jogadores tem conhecimento das ações prévias realizadas por todos os outros jogadores, portanto, apenas jogos sequenciais podem ser de informação perfeita.

A grande maioria dos jogos estudados pela teoria dos jogos são jogos de informação imperfeita.

3.4 Exemplos de modelos de jogos

3.4.1 Dilema do prisioneiro

Dois membros de um grupo criminoso são detidos e aprisionados, cada prisioneiro é posto em confinamento solitário sem meios de se comunicar com o outro. Não há provas suficientes para condenar os dois prisioneiros pelo crime principal, então os procuradores fazem uma proposta a cada um simultaneamente. Cada prisioneiro terá a oportunidade de: trair o outro prisioneiro, testemunhando que ele cometeu o crime, ou cooperar com o outro prisioneiro, mantendo-se em silêncio. A oferta é a seguinte:

Se A e B escolherem trair um ao outro, ambos serão condenados a 2 anos de prisão.

Se A escolheu trair e B se manteve em silêncio, A será solto e B será condenado a 3 anos de prisão, e vice-versa.

Se A e B se permaneceram em silêncio, ambos serão condenados a 1 ano de prisão, por uma pena menos grave.

Está implícito que os prisioneiros não terão oportunidades de recompensar ou punir seus parceiros além das penas que receberem, e que suas decisões não afetarão suas reputações no futuro.

O dilema do prisioneiro é um exemplo clássico de um modelo de jogo analisado pela teoria dos jogos, o qual mostra porque dois indivíduos completamente racionais podem escolher não cooperar, mesmo quando aparentemente a cooperação traria o

melhor resultado para ambos. Apesar de ser simples, o dilema do prisioneiro pode ser usado como modelo para diversas situações do mundo real envolvendo comportamento cooperativo. Variações e extensões do modelo clássico também existem, por exemplo, a versão "iterada" na qual os prisioneiros jogam uma versão clássica do jogo repetidamente, conseqüentemente, cada prisioneiro terá a oportunidade de penalizar o outro por decisões prévias.

George Ainslie, em seu livro *"Breakdown of Will"*^[11], mostra que o problema do vício pode ser representado por um modelo intertemporal do dilema do prisioneiro entre o viciado no presente e o viciado no futuro. Neste caso, "trair" significa "reincidir", ou seja, voltar ao vício.

3.4.2 Jogo do ultimato

Neste jogo, o primeiro jogador recebe uma soma em dinheiro e deve propor como dividir o dinheiro entre si e o outro jogador. O segundo jogador então escolhe aceitar ou rejeitar a proposta feita pelo primeiro jogador. Se o segundo jogador aceitar, o dinheiro é dividido assim como foi dito na proposta. Se o segundo jogador rejeitar, nenhum dos jogadores recebe dinheiro. Este jogo é tipicamente jogado apenas uma vez para evitar retribuição.

O jogo do ultimato, juntamente com o jogo do ditador, foram utilizados em pesquisas na área de economia experimental, levantando argumentos tanto contra, quanto a favor da definição do ser humano, adotada em diversas teorias econômicas, como indivíduos racionais os quais, normalmente, buscam atender seu próprios interesses, subjetivamente definidos, de maneira ótima (*"Homo Economicus"*).

Apesar de pesquisas experimentais terem gerado resultados altamente variados, os casos os quais seguiam a definição de comportamento econômico clássico, juntamente com algumas exceções notáveis, levaram ao desenvolvimento de definições de modelos holísticos de comportamento econômico aperfeiçoados.

4. Construção da ferramenta

4.1 Descrição formal

O jogo será jogado por dois jogadores de ambos os sexos e de faixa etária entre 18 e 30 anos de idade.

O resultado de uma partida entre dois jogadores será calculado após 5 rodadas, onde cada rodada representa um ponto de decisão para cada jogador.

Os jogadores não terão capacidade de se comunicarem e deverão realizar suas escolhas simultaneamente sem nenhum conhecimento da escolha feita pelo seu adversário, no entanto, os jogadores terão conhecimento das decisões tomadas em iterações anteriores.

Cada jogador poderá escolher realizar uma das seguintes ações: "cooperar" ou "não cooperar".

As recompensas de cada jogador para cada combinação de estratégias escolhidas são representadas pela seguinte matriz.

Jogador 1 Jogador 2		"cooperar"	"não cooperar"
		"cooperar"	"não cooperar"
	"cooperar"	2 , 2	0 , 3
	"não cooperar"	3 , 0	1 , 1

Tabela 4.1 Matriz de recompensas

4.2 O dilema do prisioneiro iterado

A partir da descrição fornecida, podemos definir o modelo da ferramenta como uma variação do dilema do prisioneiro clássico chamado "dilema do prisioneiro iterado". Esta variação é análoga à dois jogadores jogarem o jogo do dilema do prisioneiro clássico mais de uma vez em sucessão, com o aditivo de cada jogador ser

capaz de lembrar as ações prévias do seu adversário e poder adaptar sua estratégia de acordo.

Assumindo que o número N de rodadas do jogo, ou seja o número N de iterações do modelo do dilema do prisioneiro iterado, seja finito e ambos os jogadores tenham conhecimento disso, uma análise puramente matemática do ponto de vista da teoria dos jogos chegará à conclusão de que a melhor estratégia para ambos os jogadores, assumindo que estes sejam puramente racionais, em qualquer determinado ponto de decisão será a não cooperação. Provamos isto por indução matemática: definimos a melhor estratégia para a última rodada N como sendo a não cooperação já que, de acordo com a matriz de recompensas (Tabela 4.1), esta estratégia resultará em um benefício para o jogador que a escolher independente da estratégia escolhida pelo seu adversário, além disso, não haverá possibilidade de retaliação pelo seu oponente visto que esta estratégia será aplicada na última rodada, logo ambos os jogadores escolherão não cooperar na última rodada.

Sendo assim, definimos a melhor estratégia para qualquer um dos jogadores na penúltima rodada $N - 1$ como sendo a não cooperação já que, de acordo com a conclusão previamente estabelecida, o seu adversário escolherá a não cooperação na rodada seguinte independente do resultado desta rodada, logo ambos os jogadores escolherão não cooperar na penúltima rodada. Por indução provamos que para qualquer rodada $N - x$, a melhor estratégia será a não cooperação.

A definição da melhor estratégia para o dilema do prisioneiro iterado definida acima é alcançada apenas quando assumimos que as ações e decisões tomadas pelos seus jogadores são provenientes de pensamentos estratégicos puramente "racional", ou seja, cada jogador sempre escolherá a estratégia de menor risco/benefício. Podemos, no entanto, perceber que no caso deste equilíbrio ser invertido, e cada jogador optasse por cooperar em cada ponto de decisão, o benefício acumulado entre ambos os jogadores neste cenário de pura cooperação ultrapassaria o benefício acumulado no cenário de pura não cooperação.

4.3 Cooperação e egoísmo

Robert Axelrod em seu livro "A Evolução da Cooperação"^[12], questiona como seria possível o surgimento de atitudes cooperativas entre dois agentes em um cenário de competição. Axelrod fez uso dos conceitos da teoria dos jogos para montar jogos baseados no dilema do prisioneiro iterado, os quais foram usados em torneios organizados por ele, para confirmar qual seria realmente a melhor estratégia para tais jogos. Os participantes destes torneios foram instruídos a desenvolver algoritmos de

decisão para o jogo do dilema do prisioneiro iterado, e finalmente estes algoritmos foram postos para competir entre si.

As estratégias que venceram os dois primeiros torneios organizados por Axelrod foram estratégias "Tit For Tat" as quais sempre cooperavam no primeiro turno, e subsequentemente retribuía as ações realizadas pelo outro jogador no turno anterior. A partir das análises feitas em cima dos resultados destes torneios, Axelrod foi capaz de definir quatro principais características as quais uma estratégia deve possuir para obter o maior sucesso em um cenário de um jogo evolutivo, assim como o dilema do prisioneiro iterado:

- **Gentileza:** escolha a cooperação, nunca seja o primeiro a trair o outro.
- **Reciprocidade:** responda traição com traição, e cooperação com cooperação.
- **Generosidade:** em outras palavras, não seja invejoso, tenha como objetivo maximizar sua "pontuação", ao invés de tentar garantir que sua pontuação seja maior do que a do seu adversário.
- **Confiável:** não tente explorar a gentileza do outro.

Axelrod, a partir de estudos feitos em outros torneios, concluiu que o sucesso de uma estratégia depende da natureza da estratégia do seu adversário, que por sua vez depende da composição geral da população. Os resultados obtidos por Axelrod mostraram que estratégias "gentis" demais eram prontamente eliminadas por estratégias maliciosas, enquanto que estratégias cooperativas, desde que estas também fossem recíprocas, eram capazes de superar os prejuízos causados por traições a medida que elas eram pareadas umas com as outras, eventualmente levando à eliminação de múltiplas estratégias não cooperativas. Axelrod concluiu então que estratégias as quais lutavam por uns poucos pontos adicionais, tentando explorar seus adversários, geralmente não conseguiam ter um resultado melhor do que estratégias gentis agindo em cooperação. Estratégias cooperativas obtiveram maior sucesso não por tentar ter um melhor desempenho do que seu adversário, mas por eliciar cooperação promovendo o benefício mútuo.

4.4 Modelagem

4.4.1 Requisitos da ferramenta

O jogo a ser implementado deve possuir as principais características referentes ao modelo do dilema do prisioneiro iterado definidas pela teoria dos jogos, garantindo a consistência e confiabilidade dos dados extraídos. A mecânica do jogo deve ser fácil de ser compreendida, ou seja, o objetivo e as ações que cada jogador pode realizar durante a execução do jogo devem ser transmitidas de maneira que não exijam

conhecimentos prévios sobre a teoria dos jogos por parte dos jogadores. Finalmente, o jogo deve permitir escalabilidade, sendo de fácil e livre acesso para uma grande e diversa população de pessoas, ou então para diversos conjuntos de populações.

A seguir listamos os principais requisitos definidos para a ferramenta a ser desenvolvida.

- O jogo deve ser essencialmente competitivo. Não haverá a possibilidade de comunicação entre os jogadores durante a execução do jogo, excluindo a possibilidade de acordos entre si.
- Os jogadores não devem ser capazes de identificar seus adversários. A escolha de uma estratégia por parte de um jogador não deve ser influenciada pelo conhecimento de quem é seu adversário.
- As decisões que podem ser tomadas durante a execução do jogo devem ser conhecidas por cada jogador, e cada conjunto de decisões tomadas pelos jogadores devem ter resultados constantes em qualquer ponto de decisão. Definidos pela matriz de recompensas (Tabela 4.1).
- Os jogadores não devem ser capazes de mudar de ideia. Em cada momento de decisão, assim que uma escolha seja feita ela não poderá mais ser alterada.
- O jogo será implementado de forma a oferecer suporte a gamepads USB, permitindo jogadores a utilizarem controles de videogames para jogar.

4.4.2 Os jogadores

Diferente do que normalmente é definido pela teoria dos jogos, a ferramenta desenvolvida neste trabalho de pesquisa será modelada a partir da premissa de que os jogadores que irão utiliza-la não terão informação prévia, ou se tiverem será bastante limitado, sobre a natureza do dilema modelado. Dessa maneira, o jogo deve conter aspectos informativos, por exemplo tutoriais em texto ou demonstrativos, fornecendo apenas as informações necessárias as quais permitirão os jogadores saberem os controles e os objetivos.

O jogo será desenvolvido para ser usado por diversas populações de diferentes faixas etárias, sendo assim, será necessário considerarmos que tipos de elementos poderão ser introduzidos na ferramenta durante sua implementação de maneira a torná-la divertida. Os jogadores devem se manter envolvidos e interessados no jogo, fazendo com que suas ações e decisões realizadas durante as partidas sejam o mais "honestas" possíveis, ou seja, seu comportamento seja o mais próximo àquele em situações reais. Sendo assim, o jogo a ser desenvolvido deve incorporar aspectos de game design de maneira a torna-lo divertido, minimizando o declínio de interesse dos jogadores devido a natureza repetitiva do dilema do prisioneiro iterado.

4.4.3 Fluxo das partidas

Cada partida entre dois jogadores terá cinco rodadas, onde cada jogador deverá fazer sua decisão, resultando em cinco pontos de decisão por partida para cada jogador. Em cada rodada, frutas vão cair do topo da tela até chegarem em três plataformas onde cestas poderão ser colocadas para coleta-las.

Cada jogador possui apenas uma cesta com a qual devem usar para coletar o maior número de frutas possível, e para isso devem decidir em que plataforma vão colocar sua cesta. Haverão três plataformas disponíveis, uma em cada extremidade direita e esquerda da tela, com espaço para uma cesta, e uma mais larga no centro com espaço para duas cestas.

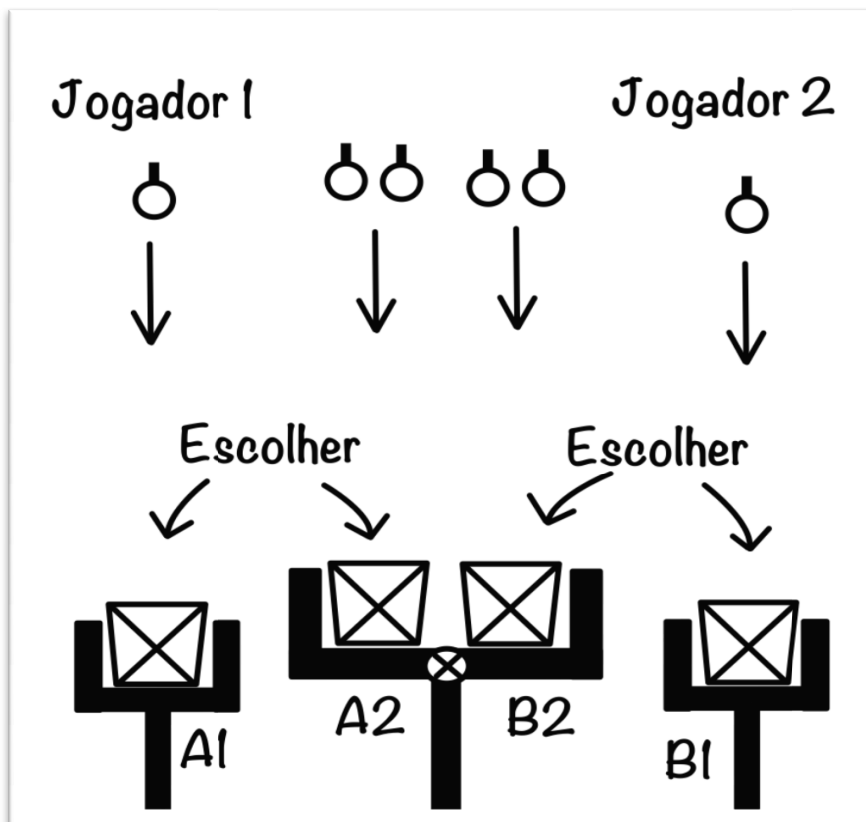


Figura 4.1 Decisões dos jogadores

Os jogadores estarão posicionados em lados opostos da tela: jogador 1 estará do lado esquerdo e jogador 2 estará do lado direito, com a possibilidade de colocar sua cesta na plataforma individual ou no seu lado da plataforma central. Porém a plataforma central estará sendo equilibrada por um suporte conectado ao meio dela através de um eixo rotativo, fazendo com que caso apenas uma cesta seja posta em um lado da plataforma, esta irá pender.

O numero de frutas que cairão no inicio de cada partida será distribuído da seguinte maneira: uma fruta cairá sobre cada plataforma individual localizada nas extremidades direita e esquerda da tela do jogo, e duas frutas cairão sobre cada lado da plataforma central(figura 4.1). Sendo assim, a partir da decisão de cada jogador, o numero de frutas coletadas por cada um deles será o seguinte:

- Se os dois jogadores escolherem colocar suas cestas nas suas plataformas individuais, cada jogador coletará uma fruta.
- Se os dois jogadores escolherem colocar suas cestas na plataforma central, em seu lado respectivo, cada jogador coletará duas frutas.
- Porém se o jogador 1 escolher colocar sua cesta na sua plataforma individual e o jogador 2 escolher colocar sua cesta do seu lado da plataforma central, esta irá pender para a direita, fazendo com que as duas frutas centrais do lado do jogador 1 batam na plataforma central, agora inclinada, e caiam na sua cesta individual. Resultando em três frutas coletadas pelo jogador 1 e nenhuma fruta coletada pelo jogador 2, e vice versa.

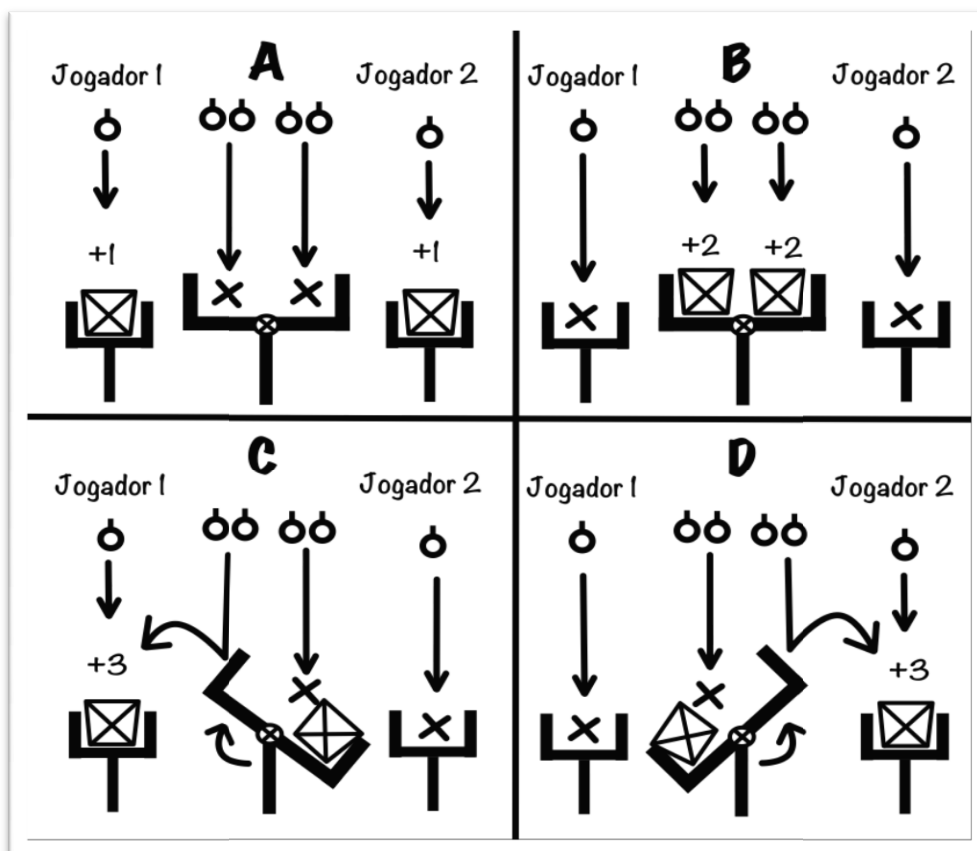


Figura 4.2 Resultados das Decisões

As situações apresentadas acima (figura 4.2) modelam as diferentes situações presentes no dilema do prisioneiro. Temos o caso de egoísmo mútuo, onde ambos os jogadores decidem por colocar suas cestas nas plataformas individuais. O caso de cooperação mútua, onde ambos os jogadores escolhem colocar suas cestas na plataforma central. E finalmente o caso de traição, onde um jogador escolhe colocar sua cesta na sua plataforma individual enquanto que o outro jogador escolhe colocar sua cesta na plataforma central.

4.4.4 Resultado da partida

Ao final de cada partida será mostrado um placar detalhando o número de frutas coletadas por cada jogador em cada uma das cinco rodadas, além do número total de frutas coletadas por cada jogador durante toda a partida.

	Jogador 1	Jogador 2
Rodada 1	1	1
Rodada 2	2	2
Rodada 3	3	0
Rodada 4	0	3
Rodada 5	1	1
Total	7	7

Figura 4.3 Placar Final

4.5 Implementação

4.5.1 Ferramenta de desenvolvimento

A ferramenta de desenvolvimento utilizada para implementar o jogo proposto foi o "Construct 2", desenvolvido pela empresa Scirra e disponível em uma versão gratuita em seu website^[13]. Esta ferramenta foi escolhida por diversos fatores: primeiramente ela dispõe de uma interface gráfica bastante intuitiva dirigida a pessoas com pouca, ou até mesmo nenhuma, experiência em game design ou programação. Juntamente ao sistema de programação por eventos, similar a uma linguagem de scripts, o Construct 2 torna possível um desenvolvimento rápido e relativamente simples.

O segundo fator para a escolha do Construct 2 foi a possibilidade de se instalar extensões desenvolvidas por terceiros, disponibilizadas nos forums digitais da Scirra, capazes de abstrair certos aspectos no desenvolvimento do jogo, especificamente a parte de arte e animação.

Finalmente, o Construct 2 oferece a capacidade de exportar projetos em formato HTML5, o qual permite que qualquer jogo criado pela ferramenta possa ser imediatamente hospedado em um servidor virtual e acessado por uma variedade de navegadores web como o Chrome, Firefox, entre outros.

4.5.2 Assets

Parte dos artefatos de arte utilizados no desenvolvimento do jogo foram fornecidos juntamente com a licença pessoal do Construct 2, disponível para uso livre por desenvolvedores. Adicionalmente, as músicas e efeitos sonoros utilizados também foram disponibilizados junto a licença para uso livre. Os demais artefatos de arte presentes no jogo são criações originais.

Certos aspectos de animação foram montados com a utilização de um plug-in desenvolvido e livremente disponibilizado por um dos membros do fórum virtual na pagina web do Construct 2, permitindo a criação de animações simples através de uma interface integrada ao Construct 2.

4.5.3 O protótipo "Spinning Baskets"

O primeiro protótipo do jogo, intitulado "Spinning Baskets", a ser testado foi capaz de atender os principais requisitos definidos. Dois jogadores competem em partidas de cinco rodadas, onde em cada rodada devem decidir onde posicionar sua cesta para coletar o maior numero de frutas possível.

Nesta versão do jogo, os jogadores tem apenas três segundos em cada partida para tomar uma decisão de onde posicionar sua cesta, mantendo um ritmo acelerado entre as partidas, com o objetivo de evitar que eles fiquem entediados rapidamente. Instruções sobre o jogo e como acumular pontos são fornecidas aos jogadores antes deles começarem a jogar, amenizando a curva de aprendizagem durante a execução do jogo e assegurando que os jogadores sabem que comandos são capazes de realizar.

Finalmente, foi introduzida uma roleta no início de cada rodada, antes do momento da decisão dos jogadores, a qual sorteia que tipo de fruta cairá nesta rodada, com o objetivo de instigar um sentimento de suspense nos jogadores, capturando sua atenção por um tempo prolongado. Nesta versão do jogo o tipo de fruta que é sorteada em cada rodada não tem impacto na pontuação adquirida pelos jogadores, cada tipo de fruta tem o mesmo valor.



Figura 4.4 Menu Principal

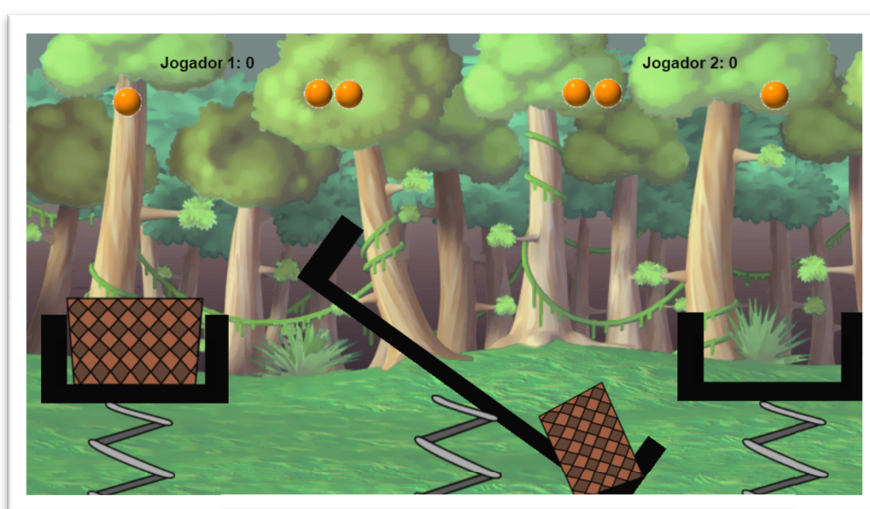


Figura 4.5 Rodada em andamento

5. Avaliação do protótipo

5.1 Descrição dos testes

Os testes montados para a avaliação do protótipo desenvolvido tem os seguintes principais objetivos:

- Validar a usabilidade do protótipo. Os jogadores devem ser capazes de realizar as ações necessárias para continuarem jogando sem dificuldades provenientes do software, por exemplo "bugs" ou erros de programação. Ou do hardware, por exemplo erro de suporte na plataforma de execução ou nos controles periféricos.
- Validar a intuitividade do protótipo. As instruções de operação do protótipo serão apresentadas para os jogadores de três maneiras diferentes em momentos de teste diferentes. Devemos verificar se os jogadores foram capazes de compreender os comandos que eles podem executar no jogo, e como o jogo se comporta quando os jogadores executam estes diferentes comandos.
- Validar se o protótipo é divertido de ser usado. O jogo deve ser capaz de despertar interesse e engajamento em seus jogadores, de maneira que eles tenham prazer e vontade de jogar. Com isso, esperamos que as ações e decisões dos jogadores sejam mais naturais, e não fruto de um raciocínio procurando escolher a resposta "correta".
- Validar a relevância dos dados coletados. Será montado um banco de dados a partir dos resultados coletados, onde serão executadas análises estatísticas preliminares para confirmar a existência de padrões comportamentais previstos.

Os teste foram realizados como pequenos torneios com 5 participantes. Os participantes eram identificados por letras A, B, C, D ou E durante a execução dos testes, atribuídas por sorteio. Enquanto dois participantes jogavam entre si, a partida era transmitida para os demais participantes, os quais foram instruídos a observarem com atenção. Ao final de 15 partidas de 5 rodadas, o torneio terminava. Todos os testes foram aplicados e controlados por dois avaliadores.

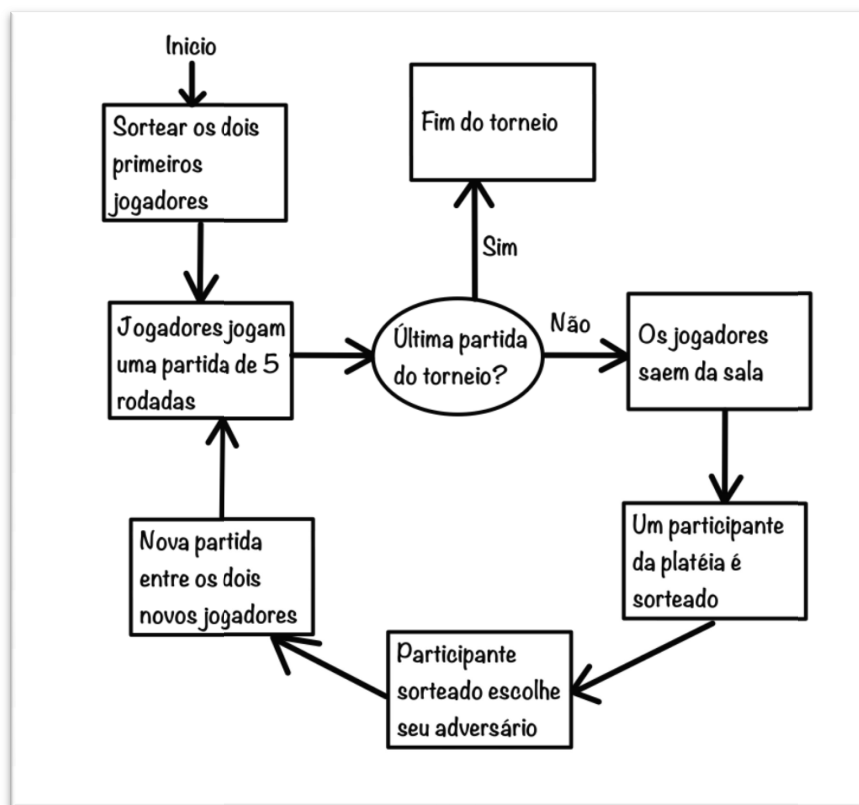


Figura 5.1 Fluxograma dos testes

No primeiro teste realizado, os participantes receberam instruções dos avaliadores de como operar o jogo, quais as escolhas deveriam ser feitas, o fato de que a plataforma central penderia para um lado caso apenas uma cesta fosse colocada nela, e finalmente a pontuação resultante para cada jogador.

No segundo teste realizado, os participantes receberam instruções dos avaliadores de como operar o jogo e quais as escolhas deveriam ser feitas, porém apenas os dois jogadores os quais foram sorteados para jogarem a primeira partida tinham conhecimento de que a plataforma central penderia para um lado caso apenas uma cesta fosse colocada nela. Era esperado que, ao observar o comportamento da plataforma central nesta situação, o restante dos participantes conseguissem entender as implicações das decisões feitas pelos jogadores.

No terceiro e quarto testes realizados, os participantes receberam instruções dos avaliadores de como operar o jogo e quais as escolhas deveriam ser feitas. Nenhum dos participantes tinham conhecimento do comportamento da plataforma central caso apenas uma cesta fosse colocada nela. Era esperado que todos os participantes conseguissem entender as implicações das decisões feitas pelos jogadores, e que os jogadores fossem capazes de adaptar suas estratégias de acordo.

Cada caso de teste prossegui segundo o seguinte roteiro:

- Utilizando um dos três métodos descritos anteriormente, os participantes recebem instruções sobre o torneio e o modo de operação do jogo.
- Letras de A à E são sorteadas e atribuídas para cada participante para identificação durante o torneio.
- Duas letras são sorteadas para decidir os participantes que jogarão a primeira partida. Os jogadores são instruídos a não se comunicarem durante a partida.
- Durante cada partida os jogadores estarão de lados opostos a um anteparo, impedindo que eles se vejam ou interajam. Cada jogador apenas será identificado como jogador 1 ou jogador 2 imediatamente antes do início da partida, a sua posição em relação ao anteparo não é indicativa de sua posição na tela do jogo.
- Cada partida terá cinco rodadas, onde cada jogador deve fazer uma escolha. Enquanto isso, a partida é projetada em uma outra tela para o restante dos participante.
- Ao final de uma partida os dois jogadores são retirados da sala por um avaliador e identificam suas letras e se jogaram como jogador 1 ou 2.
- Enquanto os dois jogadores estiverem fora da sala, um participante da plateia é sorteado para escolher entre o jogador 1 ou jogador 2 para ser seu adversário. Após fazer sua escolha, o participante sorteado é dirigido a um lado do anteparo de forma que nenhum dos jogadores possa vê-lo ao entrarem na sala.
- Após 15 partidas, o torneio termina.

Os participantes são informados de que ao final de todos os torneios realizados nesta fase de testes do protótipo cada um deles poderá ser sorteado para ganhar um prêmio. A pontuação acumulada por cada jogador ao final de cada torneio aumenta as chances de ganhar o prêmio final, quanto mais pontos, maior sua chance de ser sorteado.

O uso de um anteparo para separar os jogadores, juntamente com o ato de retirá-los do local do torneio após cada partida tiveram o objetivo de impedir que os participantes não conseguissem identificar seus oponentes, fazendo com que os relacionamentos entre eles não influenciassem suas estratégias.

Ao final do torneio, cada participante responderá um questionário com as seguintes perguntas:

- "Com suas palavras, explique qual o objetivo de cada jogador em uma partida do jogo 'Spinning Baskets'."
- "Com suas palavras, indique quais são as ações que cada jogador pode realizar em cada rodada do jogo."
- Qual seria a pontuação resultante em uma rodada para cada jogador dado as diferentes combinações de escolhas possíveis.

O último item do questionário tem o objetivo de verificar se os participantes conseguiriam preencher a matriz de recompensas do protótipo.

5.2 Ambiente de avaliação

Os testes foram realizados em espaços simples com uma mesa para o computador onde o jogo estava sendo rodado, e para o anteparo o qual separava os dois jogadores em cada partida. Foi usado um projetor para reproduzir a partida para os demais participantes, de maneira a não permiti-los assistirem os jogadores durante as partidas.

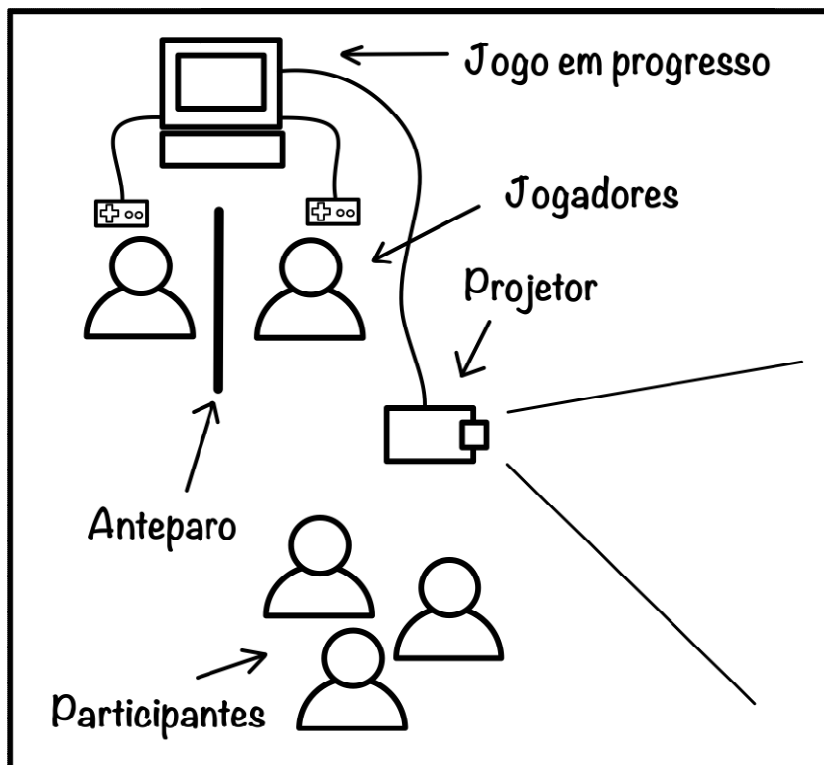


Figura 5.2 Ambiente de avaliação

5.3 Dados coletados

Ao final da fase de testes, foram executados 4 experimentos no formato de pequenos torneios de 15 partidas. Os resultados de todas as partidas para cada experimento foram compilados em uma base de dados (Apêndice A.1) para análises estatísticas.

Os dados definidos como mais relevantes para serem analisados estão representados nas colunas da tabela da seguinte maneira:

- P = Numero da partida
- R = Numero da rodada
- J1 e J2 = ID dos jogadores
- P1 e P2 = Pontuação dos jogadores nas respectivas rodadas
- D1 e D2 = Decisão feita por cada jogador nas respectivas rodadas (Cooperar ou Não cooperar)
- E = Jogador escolhido como adversário

Por fim, os questionários respondidos pelos participantes, juntamente com as observações feitas pelos avaliadores presentes, foram analisadas durante a validação de usabilidade e intuitividade.

5.4 Resultados

5.4.1 Validação da usabilidade

O protótipo foi rodado no Google Chrome sem nenhum problema de compatibilidade, os frameworks nativos do Construct 2 provaram suficientes para compilar o protótipo em HTML5 e hospeda-lo com sucesso em um servidor web.

Durante os experimentos realizados, foram observados casos onde os comandos feitos pelos usuários através dos controles USB não estavam sendo registrados, ou estavam sendo registrados incorretamente. Como os controles USB utilizados foram feitos para serem utilizados por uma ampla variedade de dispositivos, sem uma interface específica, o mapeamento dos botões no momento da conexão do controle pode vir a ser diferente dependendo do dispositivo onde o protótipo esta sendo executado. Apesar disso, estes erros puderam ser rapidamente corrigidos e tiveram impacto mínimo nos experimentos.

5.4.2 Validação da intuitividade

As instruções fornecidas para os usuários do protótipo foram transmitidas oralmente pelos avaliadores, com auxílio visual mínimo. Em todos os experimentos realizados, os usuários conseguiram compreender as instruções com facilidade, sendo raros os casos onde explicações mais detalhadas ou repetições foram necessárias para o entendimento completo das informações dadas.

Nos experimentos onde os usuários não foram explicitamente informados sobre o comportamento rotatório da plataforma central, ao observar este fenômeno, os usuários foram imediatamente capazes de identificar a causa deste comportamento como sendo a distribuição desigual de peso as se ter apenas uma cesta na plataforma central.

A partir das respostas coletadas pelos questionários preenchidos, observamos um considerável uso de termos como "cooperar" e "colaborar", juntamente com diversos relatos de estratégias para se obter a maior pontuação. É possível observamos casos de usuários propondo cooperação com o adversário como sendo a melhor maneira de se obter a maior pontuação, e usuários propondo a exploração do seu adversário como sendo a melhor maneira de se obter a maior pontuação. Em todos os casos, vemos que os usuários foram capazes de perceber as implicações de suas decisões nos resultados das partidas, e corretamente identificar certas atitudes como sendo cooperativas ou não.

5.4.3 Avaliação da diversão

Os usuários se mantiveram focados e atentos enquanto utilizavam o protótipo, expressando grande concentração no momento de fazer suas decisões. Apesar de terem sido observados casos de falta de atenção por parte dos participantes os quais estavam assistindo as partidas, não houveram reclamações explícitas sobre tédio ou falta de interesse.

Ao final dos experimentos, os usuários foram questionados sobre qual seria sua disposição de jogar um número adicional de partidas, caso eles tivessem disponibilidade de tempo. As respostas recebidas foram mistas, chegando a perto da metade dos usuários expressando pouco interesse em continuar a jogar mais partidas, e a outra metade expressando grande interesse em continuar a jogar mais partidas.

Experimentos adicionais seriam necessários para definir o impacto do número de partidas e rodadas no declínio do interesse dos usuários.

5.4.4 Validação dos dados estatísticos

Os dados coletados para as análises estatísticas totalizaram:

- 19 jogadores
- 61 partidas com 5 rodadas
- 610 decisões

A primeira análise estatística foi realizada através de um teste qui-quadrado para identificar se houve diferenças no número de cooperações por rodada (Tabela 5.1). Analisando os resultados obtidos, observamos um maior nível de ações cooperativas nas duas primeiras rodadas comparado às três últimas, também percebemos que o número de ações cooperativas diminuem com o aumento do número de ações não cooperativas.

Rodada * Decisao Tabulação cruzada

Contagem

		Decisao		Total
		Não cooperar	Cooperar	
Rodada	1	67	43	110
	2	76	38	114
	3	88	27	115
	4	88	30	118
	5	91	30	121
Total		410	168	578

Tabela 5.1 Teste qui-quadrado

Estes resultados mostram uma maior probabilidade de cooperação nas primeiras iterações em relação às últimas iterações, reforçando a conclusão feita por Axelrod de que, para o modelo do dilema do prisioneiro iterado, as estratégias com mais chance de sucesso são aquelas que optam primeiro pela cooperação.

Observamos também que o número de ações cooperativas se manteve estável nas últimas rodadas, apesar do aumento no número de ações não cooperativas. A partir disso, podemos inferir que um número de estratégias predominantemente cooperativas se mantiveram presentes, provavelmente pelo fato delas terem se encontrado em múltiplas partidas, mantendo viável a tentativa de cooperar mesmo diante do número de estratégias não cooperativas.

O aumento do número de ações não cooperativas, principalmente na última rodada, se aproxima mais do esperado de acordo com a teoria dos jogos clássica, a qual determina a melhor estratégia para a última rodada sendo a não cooperação.

Análises de regressão (Apêndice A.2) foram realizadas em relação a quantidade de vezes que o jogador foi escolhido para jogar novamente e:

- Total de decisões pela cooperação
- Média de cooperação por partida
- Total de pontos em todas as partidas
- média de pontos por partida

As regressões indicam que tanto o total de decisões por cooperação quanto o total de pontos obtidos explicam a quantidade de vezes que o jogador foi escolhido. Entretanto, estas duas variáveis estão correlacionadas, pois quanto mais se foi escolhido, mais partidas jogou e, conseqüentemente, maior a possibilidade de obter mais pontos.

Por isso, foram feitas regressões considerando a média de decisões pela cooperação e de pontos por partida. Neste caso, apenas o coeficiente correspondente a média de cooperações ($p < 0,001$) explicou o número de vezes que um jogador foi escolhido, enquanto o coeficiente correspondente a média de pontos por partida não foi estatisticamente significativo ($p = 0,086$).

6. Conclusão

6.1 Contribuições

Este trabalho de pesquisa contribuiu para mostrar a viabilidade do protótipo desenvolvido como ferramenta de coleta de dados científicos. As análises feitas sobre os dados obtidos nos experimentos com o protótipo mostram a possibilidade de identificar padrões de comportamento, e fatores os quais influenciam as decisões de uma certa população de pessoas diante de um determinado cenário.

O protótipo também se mostrou relativamente competente em evidenciar para seus usuários as implicações e consequências, tanto para os indivíduos como para a população, suas ações tem diante de determinadas situações.

6.2 Dificuldades encontradas

Apesar da ferramenta de desenvolvimento escolhida para este trabalho possuir uma interface simples e intuitiva, os submódulos mais complexos requerem um nível de conhecimento técnico mais elevado, exigindo mais tempo e esforço para incluí-los durante a fase de implementação do protótipo.

Limitações da versão gratuita da ferramenta de desenvolvimento tornaram inviáveis certas estratégias de implementação do protótipo, desperdiçando tempo e recursos.

6.3 Trabalhos futuros

Um dos trabalhos futuros propostos seria a refatoração e implementação do protótipo desenvolvido em um servidor web público, permitindo o acesso de um número maior de jogadores de diversas localidades, além de possibilitar a coleta de dados por um período de tempo estendido.

Refinamentos na modelagem e no código do protótipo desenvolvido podem permitir a adição de elementos de game design, como troféus, avatares e colecionáveis, para tornar o jogo mais divertido sem comprometer a integridade dos dados coletados.

Outro trabalho futuro possível seria a redefinição do protótipo como uma ferramenta capaz de ensinar crianças, entre outros grupos de pessoas, os benefícios da cooperação mútua.

Referências bibliográficas

- [1] Martins, Samuel Luna - *Lições aprendidas sobre a escolha e o desenvolvimento de ferramentas de entretenimento digitais em experimentos sobre divisão de recursos*. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Informática Aplicada.
- [2] Menger, C. Principles of Economics p. 120. Disponível em: https://www.mises.org/sites/default/files/Principles%20of%20Economics_5.pdf
Acessado em: 09/10/2015
- [3] Myerson, Roger B. (1991). *Game Theory: Analysis of Conflict*, Harvard University Press.
- [4] The Science of Winning Poker - The Wall Street Journal. <http://www.wsj.com/articles/SB10001424127887323610704578625812355516182>
- [5] Bellhouse, David (2007), "The Problem of Waldegrave". <http://www.jehps.net/Decembre2007/Bellhouse.pdf>
- [6] Neumann, J. v. (1928), "Zur Theorie der Gesellschaftsspiele", Tradução para o inglês: Tucker, A. W.; Luce, R. D., eds. (1959), "On the Theory of Games of Strategy"
- [7] Colin F. Camerer (2003). *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*
- [8] Maynard Smith, J. (1972). "Game Theory and The Evolution of Fighting". *On Evolution*. Edinburgh University Press
- [9] Maynard Smith, J. (1974). "The theory of games and the evolution of animal conflicts". *Journal of Theoretical Biology* **47**(1): 209–221. doi:10.1016/0022-5193(74)90110-6. PMID 4459582.
- [10] Nisan, Noam; Ronen, Amir (1999), "Algorithmic mechanism design", *Proceedings of the 31st ACM Symposium on Theory of Computing (STOC '99)*, pp. 129–140, doi:10.1145/301250.301287.
- [11] George Ainslie (2001). *Breakdown of Will*. ISBN 0-521-59694-7.
- [12] Axelrod, Robert (1984), *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, ISBN 0-465-02122-0
- [13] <https://www.scirra.com/construct2>

Apêndice A

A.1 Dados compilados para análise estatística (parcial)

1	P	R	J1	J2	P1	P2	D1	D2	E
2	1	1	5	2	0	0	99	99	99
3	1	2	5	2	0	1	99	0	99
4	1	3	5	2	0	1	99	0	99
5	1	4	5	2	0	3	1	0	99
6	1	5	5	2	1	1	0	0	99
7	2	1	5	3	3	0	0	1	3
8	2	2	5	3	1	1	0	0	3
9	2	3	5	3	1	1	0	0	3
10	2	4	5	3	1	1	0	0	3
11	2	5	5	3	3	0	0	1	3
12	3	1	3	1	0	3	1	0	1
13	3	2	3	1	0	3	1	0	1
14	3	3	3	1	1	1	0	0	1
15	3	4	3	1	1	1	0	0	1
16	3	5	3	1	1	1	0	0	1
17	4	1	4	3	3	0	0	1	4
18	4	2	4	3	3	0	0	1	4
19	4	3	4	3	0	3	1	0	4
20	4	4	4	3	3	0	0	1	4
21	4	5	4	3	2	2	1	1	4
22	5	1	2	3	3	0	0	1	2
23	5	2	2	3	3	0	0	1	2
24	5	3	2	3	1	1	0	0	2
25	5	4	2	3	1	1	0	0	2
26	5	5	2	3	1	1	0	0	2
27	6	1	3	1	1	1	0	0	1
28	6	2	3	1	1	1	0	0	1
29	6	3	3	1	1	1	0	0	1
30	6	4	3	1	1	1	0	0	1
31	6	5	3	1	1	1	0	0	1
32	7	1	1	5	1	1	0	0	5
33	7	2	1	5	1	1	0	0	5
34	7	3	1	5	1	1	0	0	5
35	7	4	1	5	1	1	0	0	5
36	7	5	1	5	1	1	0	0	5
37	8	1	1	4	1	1	0	0	4
38	8	2	1	4	1	1	0	0	4
39	8	3	1	4	1	1	0	0	4

A.2 - Regressões estatísticas

a) Número de vezes escolhido / Total de decisões por cooperação

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Modelo padrão	Beta		
1 (Constante)	1,250	,462		2,704	,015
reg_coop	,198	,038	,781	5,162	,000

a. Variável dependente: reg_esc

b) Número de vezes escolhido / Média de cooperação por partida

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Modelo padrão	Beta		
1 (Constante)	1,193	,687		1,736	,101
reg_med_c	1,507	,468	,616	3,221	,005

a. Variável dependente: reg_esc

c) Número de vezes escolhido / Total de pontos em todas as partidas

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Modelo padrão	Beta		
1 (Constante)	-2,051	1,182		-1,734	,101
reg_total_p	,129	,029	,734	4,462	,000

a. Variável dependente: reg_esc

d) Número de vezes escolhido / Média de pontos por partida

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Modelo padrão	Beta		
1 (Constante)	8,527	3,067		2,780	,013
reg_pontos	-,895	,491	-,404	-1,823	,086

a. Variável dependente: reg_esc