

Modelagem da ferramenta gamificada *Doulingo* baseada em workflow

Ester de Lima Pontes Andrade¹

¹Universidade Federal de Alagoas
Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, Cep: 57072-970

²Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Alagoas, BR.

elpa@ic.ufal.br

Resumo. *Resumo será entregue ao final do projeto.*

1. Introdução

1.1. Contexto

A gamificação é uma ferramentas educacionais que utilizam elementos de jogos, onde é apresentado componentes dos jogos como ranking, níveis e recompensas [Dicheva et al. 2015], alguns estudos trazem diversos benefícios do uso da gamificação na educação, como aumento do rendimento, desempenho do estudante e aumentando o seu nível de aprendizagem, engajamento e gerar uma motivação através de seus componentes [Milligan et al. 2013].

Nesse cenário, o *Duolingo* é uma ferramenta de e-Learning, que tem como foco a aprendizagem de idiomas para diversas plataformas (Web, IOS, Android e Windows Phone). Dentre os elementos gamificados presente na ferramenta: Emblemas, coleções, desbloqueio de níveis/conteúdo, pontos, feedback, recompensas, competição, gráfico social (quando se tem o usuário ligado a alguma rede social). Ademais, vale apontar, a interface estética repleta de elementos de jogos, que ajudam a criar o ambiente lúdico e a aprendizagem individual.

No que se refere ao funcionamento do *Duolingo*, a ferramenta divide suas atividades em unidades, sendo cada unidade com um tema específico. Quando o jogador completa uma unidade desbloqueia as próximas com atividades mais difíceis e conquista um emblema. E caso queira ganhar mais emblemas pode ser feita novamente uma unidade já concluída, porém com nível de dificuldade maior. Cada vez que o usuário completa a unidade, soma ao seu desempenho, que pode ser explorado no gráfico social.

O desafio principal é acertar as questões sobre o idioma, também contém os *Big Test*, que são testes com maior grau de dificuldade, necessário para passar de unidade/níveis. Entretanto, o jogador tem uma quantidade de vidas (chance para acertar) limitadas e toda vez que erra, perde uma vida, caso perca todas as vidas chega ao fim do jogo. As recompensas são recebidas quando o jogador passa de nível, completa a unidade e mantém sua ofensiva. O estado de vitória é a meta diária, quando o usuário consegue alcançar a quantidade de experiência que havia colocado como objetivo previamente.

Na ferramenta *Duolingo*, a gamificação é presente pela existência de jogo, à medida que o usuário tem que cumprir objetivos e progredir no sistema, assim cada vez mais

se envolvendo nas atividades da ferramenta. O uso da gamificação está frequentemente sendo aplicada na conjuntura atual, por meios de diferentes plataformas e canais, causada pelo amplo consumo das tecnologias digitais [Domínguez et al. 2013].

1.2. Redes de Petri

A Redes de Petri é uma ferramenta gráfica e matemática que pode ser utilizada em diferentes aplicações, representando sistemas constituídos por eventos discretos [Bruno et al. 2018]. Que tem seu uso como vantagens por facilitar a descrição e o entendimento do uso de eventos de um sistema, tendo suas aplicações em diversas áreas de conhecimento, como modelagem e avaliação de desempenho, técnicas inteligentes, redes de comunicação e projetos de hardware [Bruno et al. 2018].

A produção de uma rede é baseada em quatro elementos básicos: lugar, transição, ficha (Token) e arco, demonstra na Figura 1 e detalhada abaixo:

- Lugar: como uma condição, um procedimento ou um estado de espera;
- Transição: está associada a um evento que ocorre no sistema;
- Ficha: representar que a condição associada ao lugar é verificada;
- Arco: são direcionados e podem ligar tanto lugares a transições.



Figure 1. Elementos de uma Rede de Petri

A representação formal de uma rede de Petri é uma 5-tupla $PN = P, T, F, W, M$:

1. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ é um conjunto finito de lugares;
2. $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ é um conjunto finito de transições;
3. $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ é um conjunto de arcos;
4. $W : F \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ é uma função de peso do arco;
5. $P : M \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ é a marcação inicial, $P \cap T = \emptyset$ e $P \cup T = \emptyset$

1.3. Modelo Workflow

Uma rede de Petri que modela um processo de negócio é chamada de WorkFlow net, na qual satisfaz os seguintes requisitos: i) Tem apenas um lugar de início e apenas um lugar de fim; ii) Cada transição(tarefa) e lugar (condição) deve está um um caminho se encontrar entre o lugar de início e o lugar de término, segundo [Thomas et al. 2011]. Um processo específico quais tarefas e a ordem em que serão executadas. Para [Thomas et al. 2011], modelar um processo de negócios em termos de uma WorkFlow é bem direto: As tarefas são modeladas por transições, condições são modelados por lugares e os casos são modelados por fichas.

Para a representação de modelo lógico, é necessário considerar o conceito de nível. O termo nível em jogos tem sido utilizado há muito tempo, onde pode ter duas interpretações. A primeira é ligada ao termo nível à dificuldade da fase do jogo. A segunda

interpretação é tido como uma parte do jogo. A ferramenta Duolingo é estruturada em um grupo de níveis, que pode ser visto como um grupo de tarefas ou metas, tendo cada nível um objetivo associado. Para alcançar esse objetivo é necessário que o usuário execute uma determinada sequência de tarefas, essas tarefas devem ser executadas sequencialmente ou simultaneamente. Além disso, algumas tarefas são obrigatórias e outras opcionais. Quando todas as tarefas do nível são executadas, o objetivo do nível é alcançado e o jogo então passa para outro nível.

Como pode ser observado o Duolingo é composto por vários níveis e um nível é composto por uma sequência de atividades, as WorkFlow nets são adequadas para a modelagem de níveis, por modelar um processo de negócio. De fato, a estrutura de jogo é similar a uma estrutura clássica de um processo de negócio, pois ambos têm começo e um objetivo final a ser alcançados após a execução de várias atividades. Para ilustrar esta abordagem, o primeiro nível da ferramenta Duolingo será utilizado. Para completar a primeira lição do Duolingo, o jogador precisa executar a seguinte sequência de atividade:

- Definir meta diária.
- Responder 10 questões sobre a língua escolhida.
- Responder 2 questões bônus com maior grau de dificuldade
- Conquistar um dia de ofensiva.
- Conquistar uma coroa.
- Ir para próxima lição.

Para a execução completa do primeiro nível é necessário conquistar 6 coroas de seis lições, sendo uma a cada rodada. A Figura 2 representa o modelo lógico do primeiro nível do Duolingo. Na WorkFlow net, que representa o fluxo de atividades, as transições representam as atividades do nível, enquanto que os lugares da rede representam as condições. O lugar inicial da rede representa o começo do jogo e o lugar final representa o final do nível. Dessa forma, na rede da Figura 2 o lugar P0 representa o começo do primeiro nível e o lugar P9 representa o objetivo que deve ser alcançado para finalizar a primeira lição. A ficha no lugar P0 representa o jogador/usuário.

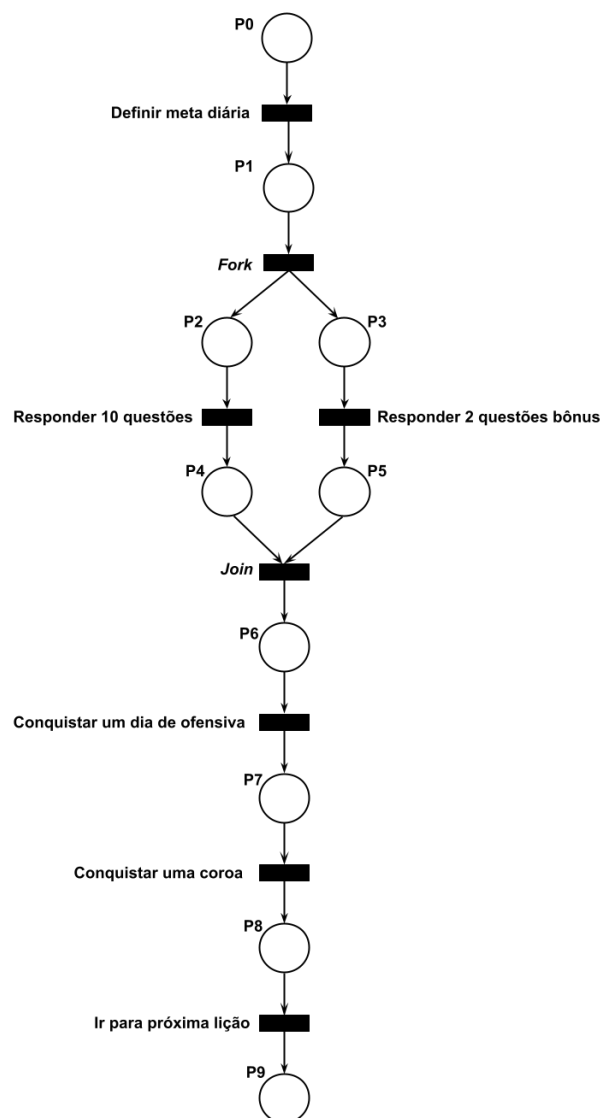


Figure 2. Modelo lógico da primeira lição do *Duolingo*

A primeira tarefa é Definir meta diária. As transições *Fork* e *Join* representam o início e o fim de uma lição paralela, respectivamente. Sendo essas lições Responder 10 questões e Responder 2 questões bônus. As atividades Conquistar um dia de ofensiva e Conquistar uma coroa fazem parte do fluxo da ferramenta, portanto são executadas uma após a outra. A atividade Ir para próxima lição é a última antes de repetir todo o processo novamente. Após completar todas as atividades repetindo o processo, o usuário se encontrará no lugar P9, o que significa que o objetivo da primeira lição foi alcançado e que o jogador poderá passar para o próximo nível.

2. Objetivo

Este presente trabalho tem como objetivo apresentar a definição de um modelo baseado nas WorkFlow para a formalização de um ambiente gamificado. A ferramenta *Duolingo* será utilizada para demonstrar o método proposto. Nesse sentido, será representado por

meio das Redes de Petri usando a definição do modelo baseado nos grafos de estados para a formalização da noção de um mapa topológico da ferramenta *Duolingo*, que consistirá na representação dos níveis de aprendizagem e da representação das condições necessárias para o desbloqueio de outros níveis, feedback e emblemas. Assim, podemos realizar uma verificação de certas propriedades que garantem o bom funcionamento do ambiente gamificado.

3. Simulação no CPN Tools

3.1. Modelo topológico

A estrutura da topológica ferramenta consiste da descrição de cada módulo que compom a árvore de desempenho. No Duolingo cada atividade é executada pelo jogador em algum modelo específico da árvore topológica. Assim, a descrição das propriedades do módulo bem como a evolução de desempenho dele são indispensáveis para o modelo gamificado. A Figura 3 representa uma parte da árvore topológica do Duolingo.

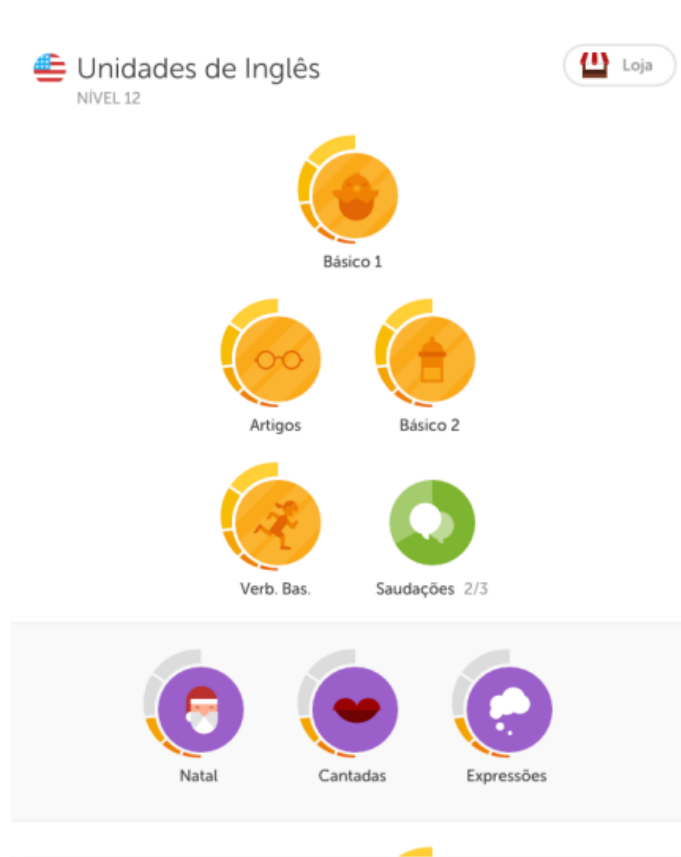


Figure 3. Árvore topológica *Duolingo*

3.2. Modelo lógico no CPN Tools

Para representar o mapa topológico de um jogo, é utilizado uma rede de Petri do tipo grafo de estados. No grafo de estados, uma área específica da árvore é modelada por um lugar específico. As condições entre os módulos são representadas por transições simples. O nível do jogador é representado por uma ficha em um lugar específico da

rede. A orientação do arco representa em qual direção o usuário vai entre dois módulos adjacentes. Isso é ilustrado previamente na representação da árvore topológica da figura 2.

Para adaptar o modelo lógico do jogo gamificado para o CPN ToolS sem alterar a semântica do modelo, o mesmo color set **PLAYER** é associado a todos os lugares do modelo; player representa o valor associado a ficha que representa o jogador no modelo da Figura 4. O modelo ilustrado na figura 4 é a versão em Rede de Petri Colorida do modelo lógico representado na 2.

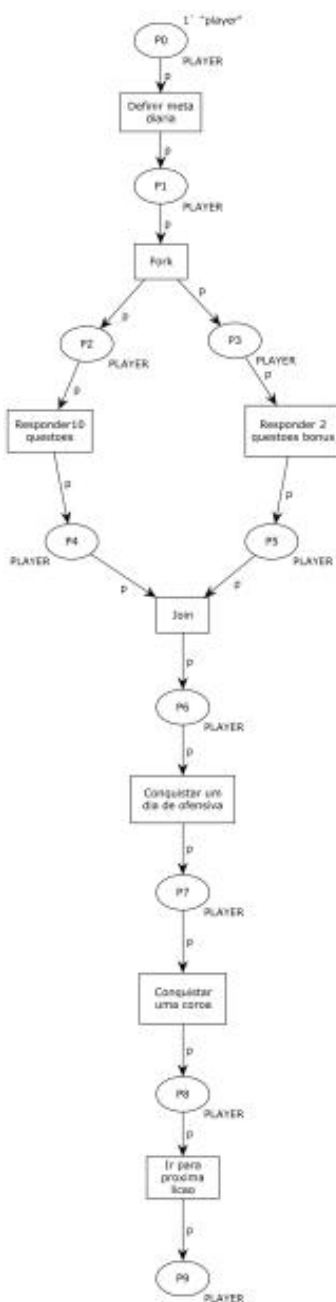


Figure 4. Versão da rede de Petri Colorida do modelo lógico da primeira lição do Duolingo

A variável *p* associada aos arcos do modelo, pertence ao mesmo tipo de **PLAYER**. Por exemplo, antes de disparar a transição *Define meta diária*, a variável *p* associada ao arco de entrada da transição recebe o valor da ficha localizada em *P0*. Depois a transição, o valor da ficha *pe* transferido para a variável *p* associada ao arco de saída da transição, e uma nova ficha com mesmo valor é produzida em *P1*;

3.3. Modelo topológico para o CPN Tools

Assim como o modelo lógico, o modelo da árvore topológica também é adaptado para a ferramenta **CPN Tools**. A versão em rede de Petri Colorida da árvore topológica é representada na Figura 3, e é um completo do modelo apresentado na Figura 5. Foi utilizado o mesmo color set nos lugares que representam os tópicos da árvore dos lugares que representam as condições. O **PLAYER** é associado aos lugares que representam os tópicos da árvore.

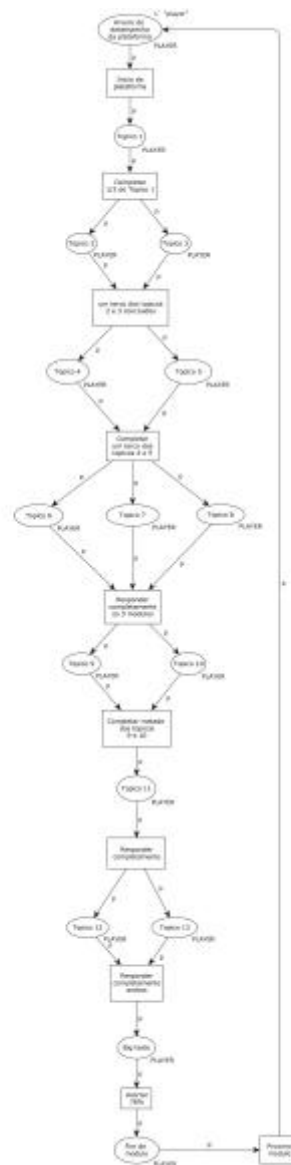
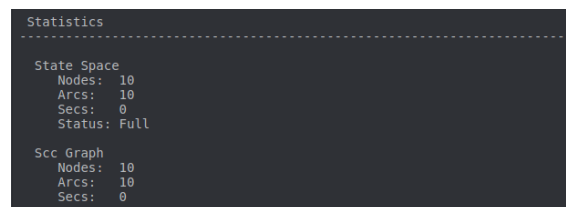


Figure 5. Versão da rede de Petri Colorida do modelo lógico da árvore topológica Duolingo

4. Resultados

4.1. Resultados Modelo lógico

A funcionalidade da análise state space disponível no CPN Tools, calcula o grafo das marcações alcançáveis automaticamente e gera um relatório contendo as informações da análise. A Figura 6 apresenta a primeira parte do relatório gerado após a análise do modelo da Figura 4



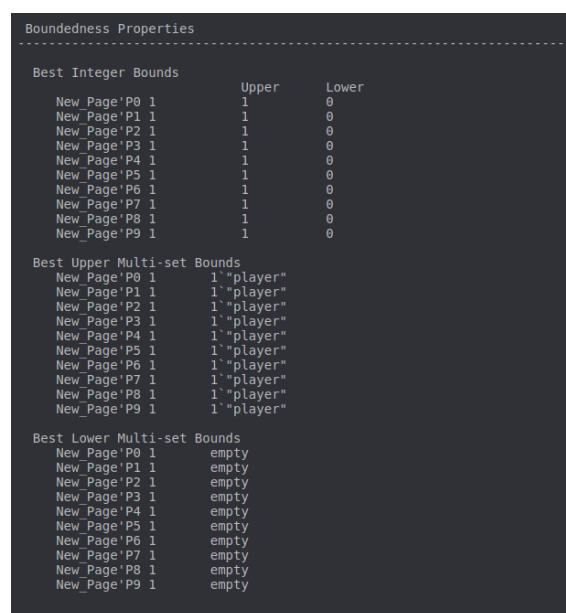
Statistics	

State Space	
Nodes:	10
Arcs:	10
Secs:	0
Status:	Full
SCC Graph	
Nodes:	10
Arcs:	10
Secs:	0

Figure 6. Estatísticas depois de aplicar a análise do state space.

A Figura 6 apresenta as informações estatísticas obtidas após aplicar a análise state space. Em particular, SCC-graph (Strongly Connected Components - Componentes fortemente conexas) indica que existe um componente fortemente conexo no grafo de alcançabilidade obtido após a execução da análise.

A segunda parte do relatório produzido pelo CPN Tools contém informações sobre a propriedade limitabilidade (boundedness) da rede. A figura 7 indica que o número máximo de fichas que um lugar no modelo estendido pode ter é um. Em outras palavras, a análise mostrou que não há duplicação de fichas no modelo global. De acordo com a definição da propriedade limitabilidade, o modelo global analisado é 1-limitado.



Boundedness Properties		

Best Integer Bounds		
	Upper	Lower
New_Page'P0 1	1	0
New_Page'P1 1	1	0
New_Page'P2 1	1	0
New_Page'P3 1	1	0
New_Page'P4 1	1	0
New_Page'P5 1	1	0
New_Page'P6 1	1	0
New_Page'P7 1	1	0
New_Page'P8 1	1	0
New_Page'P9 1	1	0
Best Upper Multi-set Bounds		
New_Page'P0 1	1*"player"	
New_Page'P1 1	1*"player"	
New_Page'P2 1	1*"player"	
New_Page'P3 1	1*"player"	
New_Page'P4 1	1*"player"	
New_Page'P5 1	1*"player"	
New_Page'P6 1	1*"player"	
New_Page'P7 1	1*"player"	
New_Page'P8 1	1*"player"	
New_Page'P9 1	1*"player"	
Best Lower Multi-set Bounds		
New_Page'P0 1	empty	
New_Page'P1 1	empty	
New_Page'P2 1	empty	
New_Page'P3 1	empty	
New_Page'P4 1	empty	
New_Page'P5 1	empty	
New_Page'P6 1	empty	
New_Page'P7 1	empty	
New_Page'P8 1	empty	
New_Page'P9 1	empty	

Figure 7. Resultados da análise da propriedade limitabilidade.


```

Home Properties
-----
Home Markings
[10]

Liveness Properties
-----
Dead Markings
[10]

Dead Transition Instances
None

Live Transition Instances
None

Fairness Properties
-----
No infinite occurrence sequences.

```

Figure 8. Resultados da análise da propriedade vivacidade.

4.2. Resultados Árvore topolgia

```

Statistics
-----
State Space
Nodes: 10
Arcs: 10
Secs: 0
Status: Full

Scc Graph
Nodes: 1
Arcs: 0
Secs: 0

```

Figure 9. estatísticas depois de aplicar a análise do state space.

Figura 9 apresenta as informações estatísticas obtidas após aplicar a análise state space. Em particular, SCC-graph (Strongly Connected Components - Componentes fortemente conexas) indica que existe um componente fortemente conexo no grafo de alcançabilidade obtido após a execução da análise. Os demais resultados podem ser analisados com melhor visualização no GitHub ¹.

5. Conclusão

Este projeto apresentou uma abordagem baseada em redes de Petri para o processo de desempenho da ferramenta Duolingo. Esta abordagem envolve os cenários de um nível de gamificação, que correspondem às diversas atividades que o jogador precisa executar, bem como a noção de mapa topológico, onde são representados os diversos módulos da árvore de desempenho. O uso de uma ferramenta como o CPN Tools permitiu a implementação prática da abordagem proposta, tornando possível a modelagem e a simulação dos modelos criados.

Pode-se concluir então que é possível executar todas as atividades presentes no nível 12 da ferramenta Duolingo e acessar a todas as áreas a árvore topológica do jogo gamificado. De modo geral, pode-se dizer que o jogo é correto em termos de execução das atividades e da construção da árvore topológica aplicando Workflow.

References

Bruno, L. R. et al. (2018). Uma abordagem para a modelagem e simulação de processos de negócio baseada nas redes de petri estocásticas e redes de petri contínuas temporizadas.

¹ <https://github.com/Esterdelima/ProjetoRedePetri.git>

- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., and Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3):75–88.
- Domínguez, A., Saenz-de Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., and Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & education*, 63:380–392.
- Milligan, C., Littlejohn, A., and Margaryan, A. (2013). Patterns of engagement in connectivist moocs. *Journal of Online Learning and Teaching*, 9(2):149–159.
- Thomas, P., Yessad, A., and Labat, J.-M. (2011). Petri nets and ontologies: Tools for the "learning player" assessment in serious games. In *2011 IEEE 11th international conference on advanced learning technologies*, pages 415–419. IEEE.