

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

MARCOS ANTONIO GUIZZO

**STAR'S RESCUERS: UM JOGO DE TABULEIRO COLABORATIVO PARA O
ENSINO DA EVOLUÇÃO ESTELAR**

MEDIANEIRA

2021

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

STAR'S RESCUERS: UM JOGO DE TABULEIRO COLABORATIVO PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO ESTELAR

Star's Rescuers: A collaborative board game for teaching Stellar Evolution

MARCOS ANTONIO GUIZZO

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Jaziel Goulart Coelho

MEDIANEIRA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Verso personalizado da embalagem	6
Figura 1.2 – Frente transparente da embalagem.....	7
Figura 1.3 – Elementos do jogo dispostos sobre o tabuleiro.....	7
Figura 2.1 – Ilustrações da embalagem externa do jogo – frente.....	8
Figura 2.2 – Ilustrações da embalagem externa do jogo – verso.....	8
Figura 3.1 – Ilustrações da embalagem externa – Lateral 1.....	9
Figura 3.2 – Ilustrações da embalagem externa – Lateral 2.....	9
Figura 3.3 – Ilustrações da embalagem externa – Lateral 3.....	9
Figura 4.1 – Arte do tabuleiro do jogo.....	10
Figura 5.1 – Guia do jogador – página 1.....	11
Figura 5.2 – Guia do jogador – página 2.....	12
Figura 5.3 – Guia do jogador – página 3.....	13
Figura 6.1 – Guia do professor – página 1.....	14
Figura 6.2 – Guia do professor – página 2.....	15
Figura 8.1 – Ficha do Caso 1.....	17
Figura 8.2 – Ficha do Caso 2.....	17
Figura 8.3 – Ficha do Caso 3.....	18
Figura 8.4 – Ficha do Caso 4.....	18
Figura 8.5 – Ficha do Caso 5.....	19
Figura 9.1 – Resposta do Caso 1.....	20
Figura 9.2 – Resposta do Caso 2.....	20
Figura 9.3 – Resposta do Caso 3.....	21
Figura 9.4 – Resposta do Caso 4.....	21
Figura 9.5 – Resposta do Caso 5.....	22
Figura 10.1 – Pistas 02 a 04 do Caso 1.....	23
Figura 10.2 – Pistas 05 a 07 do Caso 1.....	24

Figura 10.3 – Pistas 08 a 10 do Caso 1.....	25
Figura 10.4 – Pistas 11 a 13 do Caso 1.....	26
Figura 10.5 – Pistas 14 a 17 do Caso 1.....	27
Figura 11.1 – Pistas 02 a 04 do Caso 2.....	28
Figura 11.2 – Pistas 05 a 07 do Caso 2.....	29
Figura 11.3 – Pistas 08 a 10 do Caso 2.....	30
Figura 11.4 – Pistas 11 a 13 do Caso 2.....	31
Figura 11.5 – Pistas 14 a 17 do Caso 2.....	32
Figura 12.1 – Pistas 02 a 04 do Caso 3.....	33
Figura 12.2 – Pistas 05 a 07 do Caso 3.....	34
Figura 12.3 – Pistas 08 a 10 do Caso 3.....	35
Figura 12.4 – Pistas 11 a 13 do Caso 3.....	36
Figura 12.5 – Pistas 14 a 17 do Caso 3.....	37
Figura 13.1 – Pistas 02 a 04 do Caso 4.....	38
Figura 13.2 – Pistas 05 a 07 do Caso 4.....	39
Figura 13.3 – Pistas 08 a 10 do Caso 4.....	40
Figura 13.4 – Pistas 11 a 13 do Caso 4.....	41
Figura 13.5 – Pistas 14 a 17 do Caso 4.....	42
Figura 14.1 – Pistas 02 a 04 do Caso 5.....	43
Figura 14.2 – Pistas 05 a 07 do Caso 5.....	44
Figura 14.3 – Pistas 08 a 10 do Caso 5.....	45
Figura 14.4 – Pistas 11 a 13 do Caso 5.....	46
Figura 14.5 – Pistas 14 a 17 do Caso 5.....	47
Figura 15.1 – Página do bloco de anotações.....	48
Figura 16.1 – Crachás dos investigadores.....	49

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	4
2 ARTE DA EMBALAGEM TABULEIRO (Frente / Verso)	8
3 ARTE DA EMBALAGEM TABULEIRO (Laterais)	9
4 TABULEIRO	10
5 GUIA DO JOGADOR.....	11
6 GUIA DO PROFESSOR	14
7 CÓDIGO DE COMUNICAÇÃO NÃO-VIOLENTA	16
8 CASOS PARA INVESTIGAÇÃO COM PRIMEIRA PISTA	17
9 RESPOSTA DOS CASOS	20
10 PISTAS DO CASO 1	23
11 PISTAS DO CASO 2	28
12 PISTAS DO CASO 3	33
13 PISTAS DO CASO 4	38
14 PISTAS DO CASO 5	43
15 FICHA DO BLOCO DE ANOTAÇÕES	48
16 CRACHÁS	49
17 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1 APRESENTAÇÃO

Neste anexo forneceremos uma breve descrição, bem como toda a documentação (manuais, formulários e artes), do produto educacional **STAR'S RESCUERS**. Este documento contém elementos suficientes para o entendimento, a confecção e o uso de **STAR'S RESCUERS** em sala de aula. Inobstante a isso, cabe ao professor decidir sobre a finalidade didática, bem como sobre o momento mais adequado à aplicação do mesmo. Caso haja interesse, todo o processo de desenvolvimento deste produto, sua fundamentação teórica, assim como da unidade didática na qual ele foi originalmente utilizado, estão retratados na respectiva dissertação de mestrado.

STAR'S RESCUERS é um jogo cooperativo multijogador baseado nas habilidades de raciocínio, memória, dedução e argumentação, desenvolvido exclusivamente como material de apoio didático ao ensino dos conceitos da Evolução Estelar. Ele foi concebido dentro da temática dos jogos de investigação, na qual os jogadores transitam por um *mapa* (tabuleiro) a procura de *pistas* que, quando tomadas em conjunto e adequadamente relacionadas, permitem a resolução das questões em aberto propostas pelo caso. As mecânicas de jogo nele presente são: narração de histórias, rolagem de dados, movimento, compilação de registros, dedução e argumentação.

O enredo proposto atribui aos jogadores o papel de jovens astrofísicos (“investigadores”), contratados *ad hoc* para recuperar e sistematizar dados sobre estrelas específicas, os quais foram acidentalmente dispersos durante a mudança de endereço do fictício instituto de pesquisas espaciais *João Evangelista Steiner*¹. Assim, a equipe deve dividir-se para percorrer os diversos setores do centro de pesquisas, ler e interpretar as pistas, bem como realizar reuniões de integração, com o intuito de chegar a um consenso sobre a solução do caso escolhido.

O término da partida se dá com a revelação da solução correta, hipótese na qual os jogadores saíram-se vencedores ou, quando esgotam-se os pontos de confiança da equipe para com o diretor, situação em que todos perdem. A condição de vitória da equipe depende da habilidade dos jogadores em associar as informações

¹ Nome atribuído em homenagem ao célebre astrofísico catarinense João Evangelista Steiner (1950 -2020), professor do Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), o qual ocupou vários cargos de relevância para a expansão da Astronomia no Brasil.

fornecidas pelas pistas com seus conhecimentos sobre o ciclo de vida das estrelas, de modo a produzir um argumento concordante com a solução do caso.

A descrição detalhada das regras, bem como da jogabilidade, consta no Guia do Jogador. De semelhante forma, orientações indicativas ao professor foram abordadas no Guia do Professor, ambos documentos disponíveis neste volume. Um significativo número de horas foi dedicado à definição das regras, de modo que fossem razoáveis e consistentes com a proposta do jogo, algo que não o isenta de lapsos. Eventuais omissões ou dúvidas decorrentes da customização das regras podem ser deliberadas de comum acordo entre os jogadores, sob a supervisão do professor.

A principal fonte de inspiração para **STAR'S RESCUERS** veio do clássico jogo de tabuleiro *221B Baker Street: The Master Detective Game*, originalmente produzido pela editora *Antler Productions* no ano de 1975. O jogo, bem como suas posteriores atualizações, é comercializado internacionalmente desde 1977. A autoria é atribuída ao designer e escritor norte americano *Jay Moriarty* cujo nome é, provavelmente, um pseudônimo. O título faz uma alusão direta ao endereço de Sherlock Holmes, o mais célebre detetive da literatura mundial. Em *221B Baker Street* os jogadores assumem o papel de Sherlock Holmes e seu fiel assistente Dr. Watson, visitando diversos locais (14 ao todo) da cidade de Londres do final do século XIX, coletando pistas e desvendando crimes compatíveis com imaginário da época. O número de casos disponíveis varia conforme a versão, o conjunto inicial possuía 20 casos e, com as sucessivas expansões, chegou a um total de 200.

Mesmo considerando as discrepâncias e inovações implementadas, **STAR'S RESCUERS** esmerou-se em incorporar a essência de *Scotland Yard*, a saber, uma mecânica de jogo simples e intuitiva, atrelada a casos intrincados, com grande apelo literário e apreço pelo raciocínio dedutivo. Características que, do ponto de vista deste projeto, são essenciais a um jogo que possua pretensões didáticas.

STAR'S RESCUERS, que não possui quaisquer aspirações comerciais, não está comprometido com a “*rejogabilidade*”, assim entendidos os requisitos que fazem com que o jogador queira jogá-lo mais de uma vez ou por um tempo prolongado. Por isso, o número inicial de casos ficou restrito a cinco, entendendo-os como suficientes para os fins didáticos por ele almejados.

Todas as artes aplicadas aos componentes de **STAR'S RESCUERS** foram produzidas pelo autor usando os recursos gratuitos de um editor gráfico convencional. De igual modo, as imagens vetorizadas nele presentes são de livre utilização para

finalidades não comerciais, como é o caso. As imagens utilizadas nos crachás são das franquias “Scooby-Doo e sua Turma” e “Jimmy Nêutron: O Menino Gênio” as quais são protegidas por direitos autorais, no entanto, estão liberadas (acreditadas) para fins educativos mediante o uso em baixa resolução. Já as pastas de acondicionamento, peões e dados de seis lados, foram adquiridos em uma loja de departamentos. Componentes básicos para jogos são itens comuns, encontrados em qualquer papelaria de médio porte.

Estando as artes “prontas”, as mesmas foram encaminhadas para impressão em uma pequena gráfica local, sendo que esta última também ficou responsável pela fixação dos adesivos que personalizam a embalagem. Foram utilizados papéis de média gramatura e alta qualidade de impressão. A produção, em sua íntegra, deu-se às expensas do autor, o qual não recebeu bolsa ao longo do programa, tampouco auxílio financeiro direto de qualquer instituição pública ou privada. Assim, o padrão de qualidade dos oito sets produzidos (figuras 1.1 a 1.3 abaixo), dos quais seis foram doados à escola de aplicação, adequaram-se às possibilidades orçamentárias impostas pelo contexto.

Figura 1.1: Verso personalizado da embalagem



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 1.2: Frente transparente da embalagem



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 1.3: Elementos do jogo dispostos sobre o tabuleiro



Fonte: Autoria própria (2021)

2 ARTE DA EMBALAGEM TABULEIRO (Frente / Verso)

Figura 2.1: Ilustrações da embalagem externa do jogo – frente



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 2.2: Ilustrações da embalagem externa do jogo – verso



Fonte: Autoria própria (2021)

3 ARTE DA EMBALAGEM TABULEIRO (Laterais)

Figura 3.1: Ilustrações da embalagem externa – Lateral 1



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 3.2: Ilustrações da embalagem externa – Lateral 2



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 3.3: Ilustrações da embalagem externa – Lateral 3



Fonte: Autoria própria (2021)

4 TABULEIRO

Figura 4.1: Arte do tabuleiro do jogo



Fonte: Autoria própria (2021)

5 GUIA DO JOGADOR

Figura 5.1: Guia do jogador – página 1



STAR'S RESCUERS

Guia do jogador

- 3 a 6 jogadores
- Idade: + 12 anos
- Duração estimada: 50 min
- Para uso didático / escolar

COMPONENTES

1 Tabuleiro
2 Dados
1 Código de comunicação não-violenta dos STAR'S RESCUERS
6 Peões
6 Crachás
5 Pacotes de casos e respectivas pistas
1 Envelope de respostas
1 Bloco de anotações

VOCÊ PRECISA SABER...

a) Este é um jogo didático e parte do princípio de que os jogadores tiveram um contato preliminar com os conceitos elementares da evolução estelar, bem como serão orientados e/ou supervisionados por um professor de Física (ainda que remotamente), durante a realização das partidas.

b) STAR'S RESCUERS foi inspirado em jogos de tabuleiro de investigação/dedução populares no século passado. Assim, qualquer experiência prévia que os jogadores possuam sobre esse gênero de jogo ou literatura, será muito útil.

c) Esta versão de STAR'S RESCUERS é livre, desde que sua utilização seja restrita ao apoio didático. Sua venda ou exploração comercial é terminantemente proibida.

d) Com exceção aos dados astronômicos nele contidos, o enredo deste jogo é uma obra de ficção, qualquer semelhança com nomes, pessoas, fatos ou situações da vida real terá sido mera coincidência.

POR ONDE COMEÇAR?

Antes de começar o jogo confira se todos os componentes estão presentes e em condições de uso. Informe seu (sua) professor (a) sobre quaisquer divergências. Um cronômetro também será necessário. Cada jogador deve possuir um lápis ou caneta para realizar anotações.

Primeiramente, faz-se a rolagem dos dados para definir qual dos jogadores exercerá a função de **Diretor**. Devendo ser aquele que obter maior soma, repetindo o lançamento para decidir os empates. Os demais jogadores serão os **Investigadores**. Em seguida, cada um dos jogadores pega um crachá, um peão e uma folha do bloco de anotações. **Diretor** e **Investigadores** trabalharão em conjunto para resolver os casos propostos em STAR'S RESCUERS.

A primeira tarefa da equipe de **investidores** é ler código de comunicação não-violenta dos STAR'S RESCUERS, o qual deve ser respeitado durante a partida e, por isso, ficará visível a todos durante o decorrer da mesma. O passo seguinte é escolher, de comum acordo, UM entre os casos disponíveis para tentar resolvê-lo. Nesse momento, os pacotes com os demais casos, assim como todos os componentes que não estarão em uso na partida devem ser guardados na caixa.

O **Diretor**, ou o **investigador** por ele indicado, realizará pausadamente, em voz alta, a leitura do caso escolhido. É fundamental que todos os jogadores saibam das circunstâncias que envolvem o caso e, com exatidão, entendam quais as questões que devem ser respondidas para sua adequada solução. Além disso, durante o decorrer da partida, qualquer dos jogadores poderá ler, em silêncio ou em voz alta desde que a pedido dos colegas, a descrição do caso objeto da partida.

"É da maior importância, na arte da dedução, saber distinguir, dentre os vários fatos, quais são os de vital importância"

Sherlock Holmes

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 5.2: Guia do jogador – página 2

SOBRE OS CASOS ...

Existem ao menos cinco casos neste jogo, cada um dos quais está diretamente relacionado ao fato de que os arquivos do departamento de Astrofísica Estelar do Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** foram extraviados e seus computadores danificados. Mas..., não há ocasião para lamentar! Pelo contrário, o tempo não é seu aliado. Você é um jovem e promissor cientista que, com o auxílio de sua equipe, deve recuperar os dados disponíveis e usar seus conhecimentos para deduzir aqueles que não mais estão.

Para encerrar o caso, deve-se responder corretamente (embora não literalmente) à todos os itens exigidos, do contrário sua confiança junto ao **Diretor** decresce (-1 ponto) e, quando chegar a **zero**, sua equipe será destituída da missão em curso. Sim... Nesse caso, TODOS perdem, inclusive a ciência. Portanto, colete as pistas com cuidado, ouça seus colegas e colabore para a resolução do caso.

CERTO... MAS, COMO JOGO ISSO?

Todos os **Investigadores** iniciam com seus peões na área 1 *Recepção e Segurança*, ao passo que o **Diretor** na área 17 *Administração*. Pode-se lançar o dado para definir a ordem na qual os **Investigadores** farão suas jogadas, as quais devem prosseguir no sentido horário.

Na sua vez de jogar, cada **Investigador** anuncia a qual departamento do Instituto de Pesquisas Espaciais está se dirigindo e lança os dados para saber quantas casas movimentará seu peão naquela direção. Você terá acesso a diversos locais: Biblioteca, Refeitório, departamento de Meteorologia, etc. Não há uma ordem definida. São 16 as áreas disponíveis. Quando estiver dentro de uma área, coloca-se o crachá sobre ela e o **Diretor** entrega a pista correspondente àquele local. O Investigador tem 30 s para ler a pista (em silêncio) e dela anotar o que julgar relevante, em seguida, devolvendo-a ao **Diretor**.

Ao andar pelo mapa o **Investigador** pode mover seu peão sempre na horizontal ou na vertical, mas, nunca na diagonal. É permitido pular sobre outros peões, assim como dois ou mais peões ocuparem o mesmo espaço.

O **Diretor** não se move pelo mapa, ele controla as atividades dos **Investigadores** a partir da *Administração* e, por isso, utiliza seu peão para indicar o grau de confiança em relação a eles. No início do jogo a confiança é máxima (**5 pontos**), podendo diminuir no decorrer da partida.

O QUE FAÇO COM AS PISTAS?

Sempre que um **Investigador** entrar em um local, colocando seu crachá sobre ele, terá acesso à leitura do cartão contendo a pista correspondente. Ele tem apenas 30 segundos, por isso deve anotar (e não copiar) a ideia chave da mesma. A investigação é sigilosa, por isso, os **Investigadores** NÃO falam sobre o teor das pistas durante a fase de buscas. Para ler novamente a pista deve-se sair do local e voltar a ele novamente. Apesar de não ser recomendável, outro (s) **Investigador** (es) da equipe podem visitar locais já explorados por outro (s) **Investigador** (es).

Para uma melhor experiência com este jogo saiba que, a rigor, existem DOIS diferentes tipos de pistas:

1) As *circunstanciais*: Aquelas que, embora possam trazer novos conhecimentos sobre o tema deste jogo, NÃO estão relacionadas com o caso. Assim, além de inúteis para obter a solução, podem confundir um **Investigador** desatento.

2) As *essenciais*: São aquelas que, além de estarem intimamente ligadas ao caso, estão relacionadas entre si de modo a permitir a solução do mesmo. Encontrar e reconhecer essas pistas é prioridade para chegar à vitória.

A escolha de uma estratégia ou rota inicial fica a critério da equipe. A interpretação do conteúdo das pistas, bem a classificação de seu teor em *circunstancial* ou *essencial* é responsabilidade individual de cada **Investigador**.

O **Diretor** faz a entrega e o recolhimento dos cartões de pistas, controla o tempo de leitura, assim como número de rodadas concluídas. Caso queira, ele pode ler o conteúdo das pistas, desde que o faça depois do **Investigador** e NÃO realize anotações ou comentários sobre elas. Não cabe ao **Diretor** auxiliar na interpretação das pistas nem interferir nas conclusões dos **Investigadores**.

Figura 5.3: Guia do jogador – página 3

HORA DE ENCERRARMOS O JOGO!

Os **Investigadores** devem ter em mente que para solucionar um caso (ou seja: responder na íntegra aos itens propostos), na maioria das vezes, não será necessário revelar todas as pistas disponíveis. Por outro lado, existirão casos que, mesmo após a leitura de todas as pistas, demandarão esforço dedutivo para se chegar à uma resposta aceitável. Para esses últimos, um bom trabalho em equipe é a chave.

Nesse ponto, vale lembrar da importância de os **Investigadores** estarem bem "afiados" com os conhecimentos sobre o ciclo de vida das estrelas, como elas evoluem e como são classificadas de acordo com sua massa e luminosidade. Do contrário, será difícil perceber a conexão existente entre as pistas e formular uma resposta.

Isto posto, após a conclusão de cada 5 rodadas de investigação (ou seja, antes da 6ª, 11ª, 16ª, ..., rodadas) o **Diretor** convocará todos os **Investigadores** para uma chamada segura do **Comitê de Investigação**, com duração de 5 minutos. Nesse momento, respeitando a ordem de jogo, cada investigador faz um breve relato de suas pistas conclusões.

Caso os **Investigadores** cheguem a um consenso sobre as respostas, devem comunicá-la ao **Diretor** que, então, retira o cartão resposta do envelope e verifica a compatibilidade. Se TODOS os itens estiverem corretos, a missão foi bem sucedida e equipe é declarada vencedora. A reputação do Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está salva!

Do contrário, isto é, não houve consenso ou a resposta fornecida está incorreta, o **Diretor** recua seu peão em uma casa (-1 ponto), sinalizando a redução de sua confiança na equipe. Nesse caso, a etapa de investigação é retomada até a próxima reunião. O **Diretor** não deve fazer comentários sobre quais itens da solução estavam corretos e quais não, já que essa reflexão é um dos objetivos implícitos do jogo.

Um **Investigador** pode, individualmente, convocar uma reunião de emergência do **Comitê de Investigação**, mas, para isso, deve ir com seu peão até a **Administração** e a solicitar ao **Diretor**. Ela será realizada imediatamente e nas mesmas condições daquela realizada periodicamente, por convocação do **Diretor**. No entanto, caso não se chegue a resposta correta, o **Investigador** que a solicitou entrega seu crachá ao **Diretor** e fica uma rodada sem jogar.

A qualquer tempo, quaisquer dos **Investigadores** pode dirigir-se à **Administração**, e pedir para dar a resposta individualmente ao **Diretor**. Caso esteja ele correto, conquista a vitória para sua equipe. Mas, se não estiver, deve entregar seu crachá ao **Diretor** e estará excluído da partida. Nessa situação a equipe perde um integrante mas mantém seus pontos de confiança intactos.

Como já dito, o jogo termina de duas formas: Com a solução do caso por parte dos **Investigadores**, o que só acontece quando TODOS os itens são respondidos corretamente (vitória!) ou, quando os pontos de confiança concedidos pelo **Diretor** se esgotam (não há vencedores).

Independente do resultado, é recomendável investir alguns minutos após a partida para discutir quais circunstâncias, decisões e ações mais pesaram no resultado final. Em seguida, parta para o próximo caso!

SOBRE ESSE JOGO

STAR'S RESCUERS foi desenvolvido com o objetivo de estimular a curiosidade e o interesse dos jovens (de todas as idades) pelo estudo da Astronomia e da Astrofísica, nesta edição priorizando a evolução estelar. Ele é parte da dissertação de mestrado denominada "**Star's Rescuers: Um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da Evolução Estelar**" apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Campus Medianeira, vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). A íntegra deste documento está disponível em:



Dúvidas, críticas e sugestões podem ser encaminhadas para o e-mail: starsrescuers@gmail.com

Fonte: Autoria própria (2021)

6 GUIA DO PROFESSOR

Figura 6.1: Guia do professor – página 1



Guia do Professor

- 3 a 6 jogadores
- Idade: + 12 anos
- Duração estimada: 50 min
- Para uso didático / escolar

INTRODUÇÃO

Prezado colega, muito obrigado por seu interesse em STAR'S RESCUERS! Esse jogo representa nossa singela contribuição para a modernização do ensino da Física no Brasil. Sinceramente, desejamos que ele lhe proporcione boas experiências e contribua positivamente para seu trabalho em sala de aula.

Abaixo apresentamos algumas indicações orientativas, cuja adoção fica completamente a seu critério, mas, que em nosso entendimento serão muito úteis na condução de atividades com o uso deste jogo.

VOCÊ PRECISA SABER...

a) Este é um jogo didático e parte do princípio que os jogadores tiveram um contato preliminar com os conceitos elementares da evolução estelar, bem como serão orientados e/ou supervisionados por um professor de Física (ainda que remotamente), durante a realização das partidas.

b) STAR'S RESCUERS foi inspirado em jogos de tabuleiro de investigação/dedução populares no século passado. Assim, qualquer experiência prévia que os jogadores possuam sobre esse gênero de jogo ou literatura, será muito útil.

c) Esta versão de STAR'S RESCUERS é livre, podendo ser copiada, compartilhada, distribuída ou alterada de acordo com as necessidades do usuário, desde que sua utilização seja restrita ao apoio didático. Sua venda ou exploração comercial é terminantemente proibida.

d) Com exceção dos dados astronômicos nele contidos, o *enredo deste jogo é uma obra de ficção, qualquer semelhança com nomes, pessoas, fatos ou situações da vida real terá sido mera coincidência.*

COMO POSSO USAR ESSE MATERIAL?

STAR'S RESCUERS foi concebido para servir de material de apoio à aquisição da Competência específica nº 2 e das habilidades EM13CNT201, EM13CNT209 e EM13CNT303 previstas pela BNCC do Ensino Médio (BRASIL, 2018) para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Adotou-se como tema central a evolução estelar, partindo do entendimento que sua compreensão é chave na interpretação da evolução do universo e dos objetos intra-galácticos, aí incluso o próprio sistema solar.

Em geral, uma breve introdução à Cosmologia e/ou a Física Moderna é realizada no último trimestre do 3º ano do Ensino Médio, razão pela qual assumimos que este é o momento mais oportuno para a aplicação do jogo.

Pode parecer uma descrição genérica, mas, STAR'S RESCUERS pode ser utilizado de inúmeras formas e para as mais diversas finalidades. Optando por uma abordagem mais conservadora, pode-se aplicá-lo como uma atividade de revisão de conteúdos antecedendo a avaliação escrita ou, mediante critérios preestabelecidos, em substituição a ela. Pode-se fruí-lo como atividade de encerramento do conteúdo ou como fonte de pesquisa complementar para uma atividade de portfólio. Que tal aplicar o jogo na introdução ao conteúdo, como motivação para o tema? Naturalmente a viabilidade de tais possibilidades deve ser avaliada em função das especificidades de cada turma e do contexto cultural da escola na qual ela está inserida.

Uma preocupação que certamente lhe ocorreu é em relação ao tempo. A duração da partida é estimada em 50 minutos, ou seja, compatível com 1 hora-aula. A duração depende muito do nível de habilidade e familiaridade da turma com atividades da espécie, tendendo a cair drasticamente à medida que os alunos dominam a mecânica do jogo.

"É da maior importância, na arte da dedução, saber distinguir, dentre os vários fatos, quais são os de vital importância"

Sherlock Holmes

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 6.2: Guia do professor – página 2

SOBRE OS CASOS ...

Existem ao menos cinco casos neste jogo, cada um dos quais está diretamente relacionado ao fato de que os arquivos do departamento de Astrofísica Estelar do Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** foram extraviados e seus computadores danificados. Mas..., não há ocasião para lamentar! Pelo contrário, o tempo não é um aliado. Por isso, jovens e promissores cientistas, foram convocados para recuperarem os dados disponíveis e usarem seus conhecimentos de astrofísica estelar para deduzir aqueles que não mais estão.

Para encerrar um caso, ou melhor: resolvê-lo, deve-se responder corretamente (embora não literalmente) à todos os itens exigidos. As instruções a cerca de como explorar o mapa, coletar pistas e conduzir a investigação estão no *Guia do Jogador*. Se, ao longo da partida, os pontos de confiança, atribuídos pelo **Diretor**, chegarem a **zero**, a equipe de **Investigadores** será destituída da missão. Sim... Nesse caso, TODOS perdem, inclusive a ciência. Portanto, coletar pistas com acuidade, ouvir os colegas nos momentos adequados, colaborar para a correta dedução das respostas, são atividades-chave em STAR'S RESCUERS.

Inobstante a isso, queremos encorajá-lo a ampliar o número de casos para além dos cinco originais. Seja seguindo o enredo inicialmente proposto ou desenvolvendo um paralelo a ele, crie seus próprios mistérios estelares! Os cuidados essenciais se restringem a garantir que os dados astronômicos sejam verossímeis, e que as pistas sejam coerentes (não se contradigam) e minimamente suficientes para a resolução dos itens em aberto. Seja criativo nas pistas "inúteis". E, o mais importante: divirta-se!

ALGUMAS DICAS ÚTEIS

- a) Planeje com antecedência a forma de aplicação do jogo e esclareça previamente a finalidade do mesmo. Lembre aos alunos que é uma atividade didática e, embora desejável, a diversão é um benefício secundário;
- b) Leia atentamente o Manual do Jogador e dê uma rápida olhada nos casos (pistas e soluções). Se possível, teste o jogo (sim.. jogue você mesmo!) junto a um pequeno grupo com o qual tenha mais afinidade. É provável que os alunos recorram a você para resolver interpretações divergentes e dar a palavra final em discussões inconclusivas;
- c) Antes de entregar os kits aos alunos, certifique-se de que estão completos e em condições adequadas de uso, tenha consigo componentes de reposição;
- d) Para otimizar a gestão do tempo, oriente os alunos a formarem os grupos antecipadamente ou, para obter equipes mais equilibradas, defina você próprio (a) a composição das mesmas;
- e) No que for possível, oriente-os sobre a estrita observância das regras, assim como a importância do respeito à dinâmica colaborativa imposta pelo jogo. A dimensão ética é essencial e deve estar presente em todas as atividades de cunho pedagógico;
- f) Nomeie um aluno por grupo para ficar responsável pela conferência, recolhimento e guarda dos componentes do jogo ao final da aula;
- g) Colete algum registro escrito, mesmo que apenas um por equipe, a respeito da experiência com o jogo. Essa medida auxiliará na verificação do atendimento aos objetivos propostos;
- h) Além da inclusão de novos casos, sinta-se à vontade para incluir, suprimir ou modificar regras que, com base na sua experiência, tornem a jogabilidade do mesmo mais adequada aos objetivos didáticos alvejados;
- i) Pondere que a aplicação do jogo é apenas um dos tópicos de sua sequência didática sobre evolução estelar, mas, permitirá a obtenção de subsídios para as intervenções futuras - com ou sem o uso desse ou qualquer outro jogo didático.

PARA SABER MAIS...

STAR'S RESCUERS foi desenvolvido com o objetivo de estimular a curiosidade e o interesse dos jovens (de todas as idades) pelo estudo da Astronomia e da Astrofísica, nesta edição priorizando a evolução estelar. Ele é parte da dissertação de mestrado denominada "**Star's Rescuers: Um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da Evolução Estelar**" apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal Tecnológica do Paraná - Campus Medianeira, vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Dúvidas, críticas e sugestões podem ser encaminhadas para o e-mail: starsrescuers@gmail.com

Fonte: Autoria própria (2021)

7 CÓDIGO DE COMUNICAÇÃO NÃO-VIOLENTA

CÓDIGO DE COMUNICAÇÃO NÃO-VIOLENTA DOS STAR'S RESCUERS

Em *Star's Rescuers* cooperação e trabalho em equipe são fundamentais para uma boa experiência de jogo e, também, de aprendizado. Para isso, é essencial que os integrantes da equipe se comuniquem de forma efetiva, seja consigo mesmos ou com seus colegas de partida.

Assim, neste jogo, adotaremos as premissas do modelo de comunicação não violenta - CNV, desenvolvida pelo psicólogo norte-americano Marshall Rosenberg (1934-2015), quais são:

- I. Um comportamento humano está sempre associado à satisfação de uma necessidade. Logo, comportamentos negativos (violentos) são expressões inadequadas para as necessidades não atendidas.
- II. Ao longo da história da civilização, os grupos humanos trabalharam colaborativamente para enfrentar situações adversas, estabelecendo relações virtuosas para o mútuo atendimento das suas necessidades.

Passos da Comunicação Não-Violenta:

#1 Observação

Em primeiro lugar, é necessário observar o que realmente está acontecendo em determinada situação. Questione se a mensagem que está sendo recebida, seja por meio de fala ou de ações, tem algo a acrescentar de forma positiva. O segredo é fazer essa observação sem criar um juízo de valor, apenas compreender aquilo que “gosta” e o que não, no que está acontecendo e nas ações do outro.

#2 Interpretação dos sentimentos

Em seguida, procure entender quais sentimentos a situação desperta depois da observação. É importante nomear o que se sente, por exemplo, mágoa, medo, felicidade, raiva, entre outros. É importante se permitir ser vulnerável para resolver conflitos e saber a diferença entre o que se sente, o que se pensa ou interpreta a partir dos fatos concretos.

#3 Identificação das necessidades

A partir da compreensão de qual sentimento foi despertado, é preciso reconhecer quais necessidades estão ligadas a ele. Rosenberg ressalta que quando alguém expressa suas necessidades, há uma possibilidade maior de que elas sejam atendidas e que a consciência desses três componentes vem de uma análise pessoal clara e honesta.

#4 Elaboração do pedido

Por meio de uma solicitação específica, ligada a ações concretas, é possível deixar claro o que se quer da outra pessoa. Diga o que você realmente precisa! Use uma linguagem positiva, em forma de afirmação, para fazer o pedido. Evite frases abstratas, vagas, ou ambíguas.

Divirta-se!

8 CASOS PARA INVESTIGAÇÃO COM PRIMEIRA PISTA

Figura 8.1: Ficha do Caso 1



Caso 1

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Caros **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** instalou-se recentemente em sua localização definitiva: um amplo e moderno complexo devidamente equipado para as desafiadoras atividades científicas as quais se dedica. No entanto... imprevistos acontecem. Durante a mudança, por culpa da transportadora, o *container* que guardava os arquivos e computadores do departamento de Astrofísica Estelar foi danificado. Com isso, documentos e registros eletrônicos de vários objetos estelares monitorados pelos pesquisadores foram indevidamente espalhados nas diversas áreas do instituto. Cabe à sua equipe, formada por jovens e talentosos cientistas, o resgate dessas informações. A reputação do instituto está em risco. Sejam discretos e perspicazes, trabalhem em equipe, contamos com vocês!

Descrição: Em nossos sistemas, há informações incompletas sobre um objeto estelar identificado pelo código interno OE2021-11. Até o momento, sabemos que ele pertence à constelação do Cisne e possui cerca de 8,7 Massas solares.

Descubra: a) Que tipo de objeto é ele; b) Seu verdadeiro nome; c) Sua distância em relação à terra; d) Qual o tipo de radiação emite.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8.2: Ficha do Caso 2



Caso 2

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Caros **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** instalou-se recentemente em sua localização definitiva: um amplo e moderno complexo devidamente equipado para as desafiadoras atividades científicas as quais se dedica. No entanto... imprevistos acontecem. Durante a mudança, por culpa da transportadora, o *container* que guardava os arquivos e computadores do departamento de Astrofísica Estelar foi danificado. Com isso, documentos e registros eletrônicos de vários objetos estelares monitorados pelos pesquisadores foram indevidamente espalhados nas diversas áreas do instituto. Cabe à sua equipe, formada por jovens e talentosos cientistas, o resgate dessas informações. A reputação do instituto está em risco. Sejam discretos e perspicazes, trabalhem em equipe, contamos com vocês!

Descrição: Em nossos sistemas, há informações insuficientes sobre um objeto estelar identificado pelo código interno OE2021-12. Até o momento, sabemos que ele pertence à constelação de Órion e está a cerca de 650 anos-luz da Terra.

Descubra: a) Que tipo de objeto é ele; b) Seu verdadeiro nome; c) Sua posição no diagrama H-R; d) Qual evento marcará o estágio final de sua evolução;

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8.3: Ficha do Caso 3



**STAR'S
RESCUERS**

Caso 3

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

TOP SECRET

Caros **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** instalou-se recentemente em sua localização definitiva: um amplo e moderno complexo devidamente equipado para as desafiadoras atividades científicas as quais se dedica. No entanto... imprevistos acontecem. Durante a mudança, por culpa da transportadora, o *container* que guardava os arquivos e computadores do departamento de Astrofísica Estelar foi danificado. Com isso, documentos e registros eletrônicos de vários objetos estelares monitorados pelos pesquisadores foram indevidamente espalhados nas diversas áreas do instituto. Cabe à sua equipe, formada por jovens e talentosos cientistas, o resgate dessas informações. A reputação do instituto está em risco. Sejam discretos e perspicazes, trabalhem em equipe, contamos com vocês!

Descrição: Nossos técnicos constataram que informações sobre o objeto estelar identificado pelo código interno OE2021-13 foram perdidas. Até o momento, sabemos que ele pertence à constelação do Boieiro e possui cerca de 170 vezes a luminosidade do Sol.

Descubra: a) Qual a cor aparente da estrela?; b) Como terminará seu ciclo evolutivo?; c) Sua distância em relação à Terra; d) Qual sua idade estimada?.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8.4: Ficha do Caso 4



**STAR'S
RESCUERS**

Caso 4

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

TOP SECRET

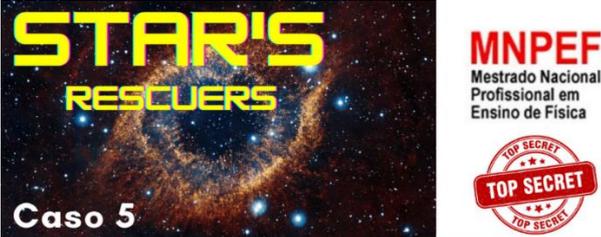
Caros **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** instalou-se recentemente em sua localização definitiva: um amplo e moderno complexo devidamente equipado para as desafiadoras atividades científicas as quais se dedica. No entanto... imprevistos acontecem. Durante a mudança, por culpa da transportadora, o *container* que guardava os arquivos e computadores do departamento de Astrofísica Estelar foi danificado. Com isso, documentos e registros eletrônicos de vários objetos estelares monitorados pelos pesquisadores foram indevidamente espalhados nas diversas áreas do instituto. Cabe à sua equipe, formada por jovens e talentosos cientistas, o resgate dessas informações. A reputação do instituto está em risco. Sejam discretos e perspicazes, trabalhem em equipe, contamos com vocês!

Descrição: Em nossos sistemas, há informações insuficientes sobre um objeto estelar identificado pelo código interno OE2021-14. Até o momento, sabemos seu nome oficial: J1102 e que ele pertence à constelação da Ursa Maior.

Descubra: a) Que tipo de objeto é ele; b) Sua temperatura superficial; c) Sua posição no diagrama H-R; d) Sua distância em relação à Terra;

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8.5: Ficha do Caso 5



**STAR'S
RESCUERS**

Caso 5

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

TOP SECRET

Caros **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** instalou-se recentemente em sua localização definitiva: um amplo e moderno complexo devidamente equipado para as desafiadoras atividades científicas as quais se dedica. No entanto... imprevistos acontecem. Durante a mudança, por culpa da transportadora, o *container* que guardava os arquivos e computadores do departamento de Astrofísica Estelar foi danificado. Com isso, documentos e registros eletrônicos de vários objetos estelares monitorados pelos pesquisadores foram indevidamente espalhados nas diversas áreas do instituto. Cabe à sua equipe, formada por jovens e talentosos cientistas, o resgate dessas informações. A reputação do instituto está em risco. Sejam discretos e perspicazes, trabalhem em equipe, contamos com vocês!

Descrição: Nossos técnicos constataram que informações sobre o objeto estelar identificado pelo código interno OE2021-15 foram perdidas. Até o momento, sabemos que ela é uma estrela da sequência principal do diagrama H-R, localizada à 50 anos-luz de distância da Terra.

Descubra: a) Quanto é a temperatura superficial da estrela?; b) No atual estágio evolutivo, qual sua fonte de energia?; c) Seu nome oficial; d) Qual sua idade estimada?.

Fonte: Autoria própria (2021)

9 RESPOSTA DOS CASOS

Figura 9.1: Resposta do Caso 1



Resposta: Caso 1

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prezados **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está satisfeito com seus serviços, parabéns por terem chegado até aqui! Será uma grande honra, dentro de alguns anos, oferecer a oportunidade de que possam integrar o quadro efetivo de pesquisadores desta instituição. Ademais, não se acomode: sempre há novos desafios para mentes curiosas e perseverantes!

Respostas: Em relação ao objeto estelar OE2021-11,

- Que tipo de objeto é ele? R: **Buraco negro**;
- Seu verdadeiro nome? R: **Cygnus X-1**;
- Sua distância em relação à terra? R: **6 197 anos-luz**;
- Que o tipo de radiação emite? R: **Raios X**.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9.2: Resposta do Caso 2



Resposta: Caso 2

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prezados **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está satisfeito com seus serviços, parabéns por terem chegado até aqui! Será uma grande honra, dentro de alguns anos, oferecer a oportunidade de que possam integrar o quadro efetivo de pesquisadores desta instituição. Ademais, não se acomode: sempre há novos desafios para mentes curiosas e perseverantes!

Respostas: Em relação ao objeto estelar OE2021-12,

- Que tipo de objeto é ele? R: Uma **Supergigante Azul**;
- Seu verdadeiro nome? R: **Saiph**;
- Posição no diagrama H-R? R: **Canto superior esquerdo**;
- Evento que marcará o final de sua evolução? R: **Supernova tipo II**.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9.3: Resposta do Caso 3



Resposta: Caso 3

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prezados **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está satisfeito com seus serviços, parabéns por terem chegado até aqui! Será uma grande honra, dentro de alguns anos, oferecer a oportunidade de que possam integrar o quadro efetivo de pesquisadores desta instituição. Ademais, não se acomode: sempre há novos desafios para mentes curiosas e perseverantes!

Respostas: Em relação ao objeto estelar OE2021-13,

a) A cor aparente da estrela? R: **Vermelha**;
 b) Como terminará seu ciclo evolutivo? R: como uma **anã branca**;
 c) Sua distância em relação à Terra? R: cerca de **33 anos-luz**;
 d) Qual sua idade estimada? R: **7 bilhões de anos**.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9.4: Resposta do Caso 4



Resposta: Caso 4

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prezados **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está satisfeito com seus serviços, parabéns por terem chegado até aqui! Será uma grande honra, dentro de alguns anos, oferecer a oportunidade de que possam integrar o quadro efetivo de pesquisadores desta instituição. Ademais, não se acomode: sempre há novos desafios para mentes curiosas e perseverantes!

Respostas: Em relação ao objeto estelar OE2021-14,

a) Que tipo de objeto é ele? R: Uma **anã branca**;
 b) Sua temperatura superficial? R: Entre **2000 e 2100 K**;
 c) Sua posição no diagrama H-R? R: Canto **inferior esquerdo**;
 d) Sua distância em relação à Terra? R: **100 anos-luz**.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9.5: Resposta do Caso 5



**STAR'S
RESCUERS**

Resposta: Caso 5



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prezados **Investigadores**, o Instituto de Pesquisas Espaciais **João Evangelista Steiner** está satisfeito com seus serviços, parabéns por terem chegado até aqui! Será uma grande honra, dentro de alguns anos, oferecer a oportunidade de que possam integrar o quadro efetivo de pesquisadores desta instituição. Ademais, não se acomode: sempre há novos desafios para mentes curiosas e perseverantes!

Respostas: Em relação ao objeto estelar OE2021-15,

a) Temperatura superficial da estrela? R: **5 500 K**;
 b) Fonte de energia, no estágio atual? R: fusão do **hidrogênio**;
 c) Nome oficial? R: **Helvetios** (ou **51 Pegasi**);
 d) Qual sua idade estimada? R: **7,5 bilhões de anos**.



Fonte: Autoria própria (2021)

10 PISTAS DO CASO 1

Figura 10.1: Pistas 02 a 04 do Caso 1



Pista 02 - Estudos Climáticos

O que há por aqui? Nesta sala são compilados e analisados dados climáticos de diversas regiões do mundo, a partir deles são divulgados relatórios técnicos para as mais diversas finalidades.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)* nesta sala encontramos um relatório, segundo o qual fica evidente que OE2021-11 é muito diferente do Sol, em seu estágio atual.



Pista 03 - Satélites e Imagens

O que há por aqui? Aqui os satélites do Instituto tem seu funcionamento monitorado, bem como há o tratamento das imagens por eles produzidas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, o estudo das imagens mostra que o objeto OE2021-11 não pode ter sua existência confirmada apenas por informações visuais.



Pista 04 - Computação científica

O que há por aqui? Neste centro, processamos grande quantidade de dados e, também, realizamos complexos cálculos por meio dos computadores de grande porte.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a análise dos dados astronômicos indica que o objeto OE2021-11 está situado à 6 197 anos-luz da Terra.

Figura 10.2: Pistas 05 a 07 do Caso 1



Pista 05 - Meteorologia

O que há por aqui? O departamento de meteorologia, com base em seus diversos instrumentos, emite boletins sobre a previsão do tempo e as condições atmosféricas nas áreas monitoradas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, tentamos lhe ajudar, mas, apenas encontramos aqui uma anotação indicando que OE2021-11 não pertence à sequência principal.



Pista 06 - Observatório

O que há por aqui? Neste observatório astronômico são recebidas e processadas imagens de diversas fontes e instrumentos de observação.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em relação ao objeto OE2021-11, identificamos tratar-se de uma fonte de emissão de raios-X.



Pista 07 - Biblioteca

O que há por aqui? Nesta biblioteca são guardados e disponibilizados, apenas para consulta, livros, revistas científicas e trabalhos de pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, fique atento à prática de que a unidade de medida mais usada para distâncias estelares é o **parsec**, símbolo pc, cuja equivalência é:

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ anos-luz} = 2,06 \times 10^5 \text{ UA} = 3,08 \times 10^{16} \text{ m}$$

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 10.3: Pistas 08 a 10 do Caso 1



Pista 08 - Anfiteatro

O que há por aqui? Neste auditório são ministradas palestras e apresentações de trabalhos dos pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em uma palestra aqui recentemente ministrada, revelou-se que a massa inicial é um fator determinante na jornada evolutiva de uma estrela.



Pista 09 - Refeitório

O que há por aqui? Nesta área são servidas as refeições e há espaço para convivência entre as pessoas do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, aqui ouvimos pesquisadores comentando que a "cor" da estrela está diretamente relacionada à temperatura de sua superfície.



Pista 10 - Ensino

O que há por aqui? Neste departamento são ministrados os cursos de Mestrado e Doutorado, nas áreas de atuação deste instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, recentemente estudamos as propriedades de algumas anãs marrons, às vezes também chamadas de anãs castanhas. Elas não chegaram a "nascer" como estrelas.

Figura 10.4: Pistas 11 a 13 do Caso 1



Pista 11 - Geofísica

O que há por aqui? Neste departamento são realizados estudos sismológicos terrestres e do comportamento geomagnético dos planetas vizinhos.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, nossos pesquisadores apoiam a tese de que os elementos químicos mais pesados do sistema solar foram herdados de estrelas que explodiram há bilhões de anos.



Pista 12 - Engenharia Espacial

O que há por aqui? Neste centro são desenvolvidos equipamentos para atividades de exploração espacial, inclusive módulos de solo.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, encontramos em nosso acervo um estudo referente ao objeto estelar OE2021-11, sugerindo que o mesmo possuía inicialmente cerca de 40 massas solares. Espero que essa informação o ajude.



Pista 13 - Laboratório de Materiais

O que há por aqui? Neste laboratório são realizados testes e análises de novos materiais para uso em atividades espaciais.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, no contexto astronômico, luminosidade e brilho são grandezas distintas. O primeiro se refere à quantidade total de energia por segundo irradiada pela estrela, já o brilho se refere a taxa de incidência dessa energia, para o observador, por unidade de área.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 10.5: Pistas 14 a 17 do Caso 1



Pista 14 - Laboratório de Robótica

O que há por aqui? Aqui são desenvolvidos robôs para a realização de atividades perigosas ou de elevado risco.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, recuperamos parcialmente uma mídia danificada, nela afirma-se que o objeto OE2021-II é, na verdade, **Cygnus X-1**.



Pista 15 - Laboratório de Combustíveis

O que há por aqui? Neste laboratório são pesquisadas novas formas de gerar energia, mais seguras, limpas e eficientes.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, o nascimento de uma estrela se dá a partir do momento que ela começa transformar hidrogênio em hélio por meio de um processo denominado **fusão nuclear**.



Pista 16 - Comunicação

O que há por aqui? Neste departamento são editados os documentos oficiais, as publicações científicas e as atualizações do site do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, leve em consideração que a expectativa de vida de uma estrela é inversamente proporcional à sua massa. Estrelas anãs podem permanecer ativas por vários bilhões de anos, ao passo que as supergigantes apenas poucos milhões.



Pista 17 - Administração

O que há por aqui? Neste prédio, além dos procedimentos burocráticos, são tomadas importantes decisões sobre o futuro do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a maioria das estrelas por nós conhecidas, a exemplo do Sol, estão situadas na sequência principal do diagrama H-R.

11 PISTAS DO CASO 2

Figura 11.1: Pistas 02 a 04 do Caso 2



Pista 02 - Estudos Climáticos

O que há por aqui? Nesta sala são compilados e analisados dados climáticos de diversas regiões do mundo, a partir deles são divulgados relatórios técnicos para as mais diversas finalidades.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)* nesta sala encontramos parte de um resumo técnico, nele afirma-se que OE2021-12 é a 6ª estrela mais brilhante da constelação de Órion.



Pista 03 - Satélites e Imagens

O que há por aqui? Aqui os satélites do Instituto tem seu funcionamento monitorado, bem como há o tratamento das imagens por eles produzidas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, o estudo das imagens mostra que o objeto OE2021-12 é visível a olho nu no céu noturno. Por outro lado, a maior parte da radiação por ela emitida está na faixa do ultravioleta.



Pista 04 - Computação científica

O que há por aqui? Neste centro, processamos grande quantidade de dados e, também, realizamos complexos cálculos por meio dos computadores de grande porte.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a análise dos dados astronômicos indica que o objeto OE2021-12 é massivo, possuindo cerca de 15 massas solares e temperatura superficial de mais de 26 000 K.

Figura 11.2: Pistas 05 a 07 do Caso 2



Pista 05 - Meteorologia

O que há por aqui? O departamento de meteorologia, com base em seus diversos instrumentos, emite boletins sobre a previsão do tempo e as condições atmosféricas nas áreas monitoradas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, tentamos lhe ajudar, mas, apenas encontramos aqui uma anotação indicando que OE2021-12 pertence ao ramo das *Supergigantes*.



Pista 06 - Observatório

O que há por aqui? Neste observatório astronômico são recebidas e processadas imagens de diversas fontes e instrumentos de observação.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em relação ao objeto OE2021-12, identificamos tratar-se de uma estrela cujo raio equivale a 22,4 vezes ao do Sol e, ainda, que possui luminosidade 56 mil vezes maior que a solar.



Pista 07 - Biblioteca

O que há por aqui? Nesta biblioteca são guardados e disponibilizados, apenas para consulta, livros, revistas científicas e trabalhos de pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, fique atento ao fato de que a unidade de medida padrão para temperatura no Sistema Internacional de Unidades é o *kelvin*, símbolo **K**. Temperaturas estelares são apresentadas nesta unidade.

Fonte: Aatoria própria (2021)

Figura 11.3: Pistas 08 a 10 do Caso 2



Pista 08 - Anfiteatro

O que há por aqui? Neste auditório são ministradas palestras e apresentações de trabalhos dos pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em uma palestra aqui recentemente ministrada, destacou-se que a coloração aparente (ou seja, o espectro visível) varia do vermelho opaco ao branco-azulado em razão da temperatura superficial da estrela.



Pista 09 - Refeitório

O que há por aqui? Nesta área são servidas as refeições e há espaço para convivência entre as pessoas do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, aqui ouvimos pesquisadores comentando que, dentre os 12 elementos químicos mais abundantes no corpo humano, 11 são formados no interior das estrelas ou quando estas explodem em supernovas.



Pista 10 - Ensino

O que há por aqui? Neste departamento são ministrados os cursos de Mestrado e Doutorado, nas áreas de atuação deste instituto.

Fato novo: Sr(a). *Investigador (a)*, recentemente estudamos modelos para as anãs azuis, estrelas originadas a partir da evolução de anãs vermelhas. São objetos estelares hipotéticos, nosso universo é jovem demais para que uma delas tenha se formado.

Figura 11.4: Pistas 11 a 13 do Caso 2



Pista 11 - Geofísica

O que há por aqui? Neste departamento são realizados estudos sismológicos terrestres e do comportamento geomagnético dos planetas vizinhos.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, os pesquisadores sempre chamam nossa atenção para o fato de que, ao observarmos as estrelas, estamos contemplando o passado: estamos limitados pela velocidade da luz!



Pista 12 - Engenharia Espacial

O que há por aqui? Neste centro são desenvolvidos equipamentos para atividades de exploração espacial, inclusive módulos de solo.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, encontramos em nosso acervo um estudo referente ao objeto estelar OE2021-12, sugerindo que uma estrela com tamanha massa e luminosidade não pertence à sequência principal do diagrama H-R.



Pista 13 - Laboratório de Materiais

O que há por aqui? Neste laboratório são realizados testes e análises de novos materiais para uso em atividades espaciais.

Fato novo: Sr(a). *Investigador (a)*, reavemos parcialmente os dados de um banco de dados antigo. Nele o objeto OE2021-12 corresponde à estrela *Saiph* (lê-se "sáifi").

Figura 11.5: Pistas 14 a 17 do Caso 2



Pista 14 - Laboratório de Robótica

O que há por aqui? Aqui são desenvolvidos robôs para a realização de atividades perigosas ou de elevado risco.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), o ato de "dar nome" as estrelas chama-se nomenclatura ou designação estelar. Essa atividade é atribuição da União Astronômica Internacional (UAI). Muitos nomes antigos foram mantidos.



Pista 15 - Laboratório de Combustíveis

O que há por aqui? Neste laboratório são pesquisadas novas formas de gerar energia, mais seguras, limpas e eficientes.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), a evolução estelar é caracterizada por diferentes estágios nos quais a estrela transforma parte de sua massa em energia.



Pista 16 - Comunicação

O que há por aqui? Neste departamento são editados os documentos oficiais, as publicações científicas e as atualizações do site do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), leve em consideração que a expectativa de vida de uma estrela é inversamente proporcional à sua massa. Estrelas anãs podem permanecer ativas por vários bilhões de anos, ao passo que as supergigantes apenas poucos milhões.



Pista 17 - Administração

O que há por aqui? Neste prédio, além dos procedimentos burocráticos, são tomadas importantes decisões sobre o futuro do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), encontramos aqui um memorando esclarecendo que a explosão de estrelas massivas quando do final de sua evolução, fenômeno conhecido como *supernova*, é um fato instantâneo e não um dos estágios da evolução estelar.

12 PISTAS DO CASO 3

Figura 12.1: Pistas 02 a 04 do Caso 3



Pista 02 - Estudos Climáticos

O que há por aqui? Nesta sala são compilados e analisados dados climáticos de diversas regiões do mundo, a partir deles são divulgados relatórios técnicos para as mais diversas finalidades.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)* nesta sala encontramos um relatório, segundo o qual fica evidente que OE2021-13, em algum dos estágios de sua evolução, foi muito semelhante ao Sol.



Pista 03 - Satélites e Imagens

O que há por aqui? Aqui os satélites do Instituto tem seu funcionamento monitorado, bem como há o tratamento das imagens por eles produzidas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, o estudo das imagens mostra que o objeto OE2021-13 é visível a olho nu e está entre os dez objetos mais brilhantes no céu noturno.



Pista 04 - Computação científica

O que há por aqui? Neste centro, processamos grande quantidade de dados e, também, realizamos complexos cálculos por meio dos computadores de grande porte.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a análise dos dados astronômicos indica que o objeto OE2021-13 possui cerca de 1,1 massas solares e temperatura superficial em torno de 4 300 K.

Figura 12.2: Pistas 05 a 07 do Caso 3



Pista 05 - Meteorologia

O que há por aqui? O departamento de meteorologia, com base em seus diversos instrumentos, emite boletins sobre a previsão do tempo e as condições atmosféricas nas áreas monitoradas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, tentamos lhe ajudar, mas, apenas encontramos aqui uma anotação indicando que OE2021-13 é a estrela Arcturo, a mais brilhante da constelação do Boieiro.



Pista 06 - Observatório

O que há por aqui? Neste observatório astronômico são recebidas e processadas imagens de diversas fontes e instrumentos de observação.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em relação ao objeto OE2021-13, chamou nossa atenção o fato de ser uma estrela relativamente fria, cujo raio é cerca de 25 vezes o do Sol.



Pista 07 - Biblioteca

O que há por aqui? Nesta biblioteca são guardados e disponibilizados, apenas para consulta, livros, revistas científicas e trabalhos de pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, pondere que os objetos astronômicos, assim como tudo no universo, estão em constante mudança. Além disso, as medidas são frequentemente revisadas, com novos métodos e o uso de equipamentos mais sofisticados.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12.3: Pistas 08 a 10 do Caso 3



Pista 08 - Anfiteatro

O que há por aqui? Neste auditório são ministradas palestras e apresentações de trabalhos dos pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em uma palestra aqui recentemente ministrada, discutiram-se as propriedades dos *buracos brancos*. São objetos astronômicos hipotéticos, cujo comportamento é o oposto ao dos buracos negros: uma região do espaço na qual nada pode adentrar. Cogita-se que eles seriam "vertedouros" de matéria.



Pista 09 - Refeitório

O que há por aqui? Nesta área são servidas as refeições e há espaço para convivência entre as pessoas do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em Astrofísica fala-se na **metalicidade** de uma estrela, para referir-se ao percentual de sua massa constituída por elementos químicos *distintos* do hidrogênio e do hélio. Esses elementos exóticos não são necessariamente metais, na forma como estão definidos pela Química.



Pista 10 - Ensino

O que há por aqui? Neste departamento são ministrados os cursos de Mestrado e Doutorado, nas áreas de atuação deste instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, as anãs vermelhas são muito abundantes no universo, pertencem à sequência principal, são relativamente frias, possuem baixa massa e luminosidade inferior a do Sol. Sugiro que avalies se OE2021-13 pode ser uma anã vermelha.

Fonte: Aatoria própria (2021)

Figura 12.4: Pistas 11 a 13 do Caso 3



Pista 11 - Geofísica

O que há por aqui? Neste departamento são realizados estudos sismológicos terrestres e do comportamento geomagnético dos planetas vizinhos.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, nossos pesquisadores apoiam a tese de que os elementos químicos mais pesados do sistema solar foram herdados de estrelas que explodiram há bilhões de anos.



Pista 12 - Engenharia Espacial

O que há por aqui? Neste centro são desenvolvidos equipamentos para atividades de exploração espacial, inclusive módulos de solo.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, encontramos em nosso acervo um estudo referente ao objeto estelar OE2021-13, indicando, com os dados atuais, que está situado a cerca de 33 anos-luz da Terra.



Pista 13 - Laboratório de Materiais

O que há por aqui? Neste laboratório são realizados testes e análises de novos materiais para uso em atividades espaciais.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a *espectroscopia astronômica*, consiste na análise da radiação eletromagnética emitida pelos corpos celestes. É uma técnica essencial para as pesquisas na área da Evolução Estelar. Dentre outras coisas, ela permite determinar a temperatura e a composição química de uma estrela.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12.5: Pistas 14 a 17 do Caso 3



Pista 14 - Laboratório de Robótica

O que há por aqui? Aqui são desenvolvidos robôs para a realização de atividades perigosas ou de elevado risco.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), um dos robôs por nós projetados participa de um programa de monitoramento de estrelas. Com o auxílio dele, foi possível reavaliar e manter a idade estimada do objeto OE2021-13 em 7 bilhões de anos.



Pista 15 - Laboratório de Combustíveis

O que há por aqui? Neste laboratório são pesquisadas novas formas de gerar energia, mais seguras, limpas e eficientes.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), a maioria das estrelas conhecidas, inclusive o Sol, estão relacionadas na sequência principal do diagrama H-R. Nesse estágio de suas evoluções as estrelas obtêm energia fundindo hidrogênio em hélio.



Pista 16 - Comunicação

O que há por aqui? Neste departamento são editados os documentos oficiais, as publicações científicas e as atualizações do site do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), tomamos contato com publicações teorizando sobre as *anãs negras*. Elas, hipoteticamente, são remanescentes estelares originadas a partir de anãs brancas que esfriaram o bastante para não emitir mais luz ou calor. O universo é jovem demais para supor que algum desses objetos já tenha se formado.



Pista 17 - Administração

O que há por aqui? Neste prédio, além dos procedimentos burocráticos, são tomadas importantes decisões sobre o futuro do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), você já sabe, mas, entendemos oportuno reforçar que o diagrama H-R permite a classificação das estrelas em função da relação entre suas luminosidades e respectivas temperaturas. Ele não deve ser confundido com um mapa celeste.

13 PISTAS DO CASO 4

Figura 13.1: Pistas 02 a 04 do Caso 4



Pista 02 - Estudos Climáticos

O que há por aqui? Nesta sala são compilados e analisados dados climáticos de diversas regiões do mundo, a partir deles são divulgados relatórios técnicos para as mais diversas finalidades.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)* um *remanescente estelar*, também chamado de *objeto compacto*, é o produto final (o "resíduo") da evolução de uma estrela. Nessa categoria de objetos encontram-se os buracos negros, as anãs brancas, as estrelas de nêutrons e as estrelas exóticas.



Pista 03 - Satélites e Imagens

O que há por aqui? Aqui os satélites do Instituto tem seu funcionamento monitorado, bem como há o tratamento das imagens por eles produzidas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, o estudo das imagens mostra que o objeto OE2021-14, possivelmente, é um dos astros mais antigos de nosso universo, com idade estimada em até 12 bilhões de anos.



Pista 04 - Computação científica

O que há por aqui? Neste centro, processamos grande quantidade de dados e, também, realizamos complexos cálculos por meio dos computadores de grande porte.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a análise dos dados astronômicos indica que o objeto OE2021-14 possui massa inferior a do Sol e temperatura superficial em torno de 2 100 K.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13.2: Pistas 05 a 07 do Caso 4



Pista 05 - Meteorologia

O que há por aqui? O departamento de meteorologia, com base em seus diversos instrumentos, emite boletins sobre a previsão do tempo e as condições atmosféricas nas áreas monitoradas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, tentamos lhe ajudar, mas, apenas encontramos aqui uma anotação indicando que OE2021-14 não pertence à sequência principal.



Pista 06 - Observatório

O que há por aqui? Neste observatório astronômico são recebidas e processadas imagens de diversas fontes e instrumentos de observação.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em relação ao objeto OE2021-14, identificamos, por meio dos diversos meios de que dispomos, que está cerca de 100 anos-luz de distância da Terra.



Pista 07 - Biblioteca

O que há por aqui? Nesta biblioteca são guardados e disponibilizados, apenas para consulta, livros, revistas científicas e trabalhos de pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, pondere que os objetos astronômicos, assim como tudo no universo, estão em constante mudança. Além disso, as medidas são frequentemente revisadas, com novos métodos e o uso de equipamentos mais sofisticados.

Fonte: A autoria própria (2021)

Figura 13.3: Pistas 08 a 10 do Caso 4



Pista 08 - Anfiteatro

O que há por aqui? Neste auditório são ministradas palestras e apresentações de trabalhos dos pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em uma palestra aqui recentemente ministrada, explanou-se que a *zona habitável* de uma estrela corresponde à região do sistema estelar no qual poderia existir água líquida e, portanto, condições de temperatura para a manutenção da vida.



Pista 09 - Refeitório

O que há por aqui? Nesta área são servidas as refeições e há espaço para convivência entre as pessoas do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, há pouco, ouvimos alguns pesquisadores comentando que o destino de todas as estrelas cuja massa é de até 10 massas solares é findar seus dias (bilhões de anos, na verdade) como uma anã branca.



Pista 10 - Ensino

O que há por aqui? Neste departamento são ministrados os cursos de Mestrado e Doutorado, nas áreas de atuação deste instituto.

Fato novo: Sr(a). *Investigador (a)*, *estrelas exóticas* são objetos compactos (remanescentes estelares) cuja composição química ainda não é plenamente compreendida ou não está suficientemente esclarecida pela comunidade astronômica.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13.4: Pistas 11 a 13 do Caso 4



Pista 11 - Geofísica

O que há por aqui? Neste departamento são realizados estudos sismológicos terrestres e do comportamento geomagnético dos planetas vizinhos.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, os pesquisadores sempre chamam nossa atenção para o fato de que, ao observarmos as estrelas, estamos contemplando o passado: estamos limitados pela velocidade da luz!



Pista 12 - Engenharia Espacial

O que há por aqui? Neste centro são desenvolvidos equipamentos para atividades de exploração espacial, inclusive módulos de solo.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, ao contrário do que se costuma pensar, as além dos mais diversos tipos de telescópios ópticos, os estudos astronômicos empregam radiotelescópios, cuja finalidade é captar e identificar sinais cuja frequência está fora do espectro visível.



Pista 13 - Laboratório de Materiais

O que há por aqui? Neste laboratório são realizados testes e análises de novos materiais para uso em atividades espaciais.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, os *buracos negros* estão entre os objetos astronômicos mais intrigantes e misteriosos do universo. Em teoria, qualquer corpo celeste pode tornar-se um buraco negro, desde que se possua densidade o suficiente para dar origem ao colapso gravitacional.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13.5: Pistas 14 a 17 do Caso 4



Pista 14 - Laboratório de Robótica

O que há por aqui? Aqui são desenvolvidos robôs para a realização de atividades perigosas ou de elevado risco.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), o ato de "dar nome" as estrelas chama-se *nomenclatura* ou *designação* estelar. Estrelas recentemente descobertas, como a J1102, recebem uma designação alfanumérica, ao passo que aquelas conhecidas há séculos tiveram seus nomes antigos mantidos pela comunidade astronômica.



Pista 15 - Laboratório de Combustíveis

O que há por aqui? Neste laboratório são pesquisadas novas formas de gerar energia, mais seguras, limpas e eficientes.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), a evolução estelar é caracterizada por diferentes estágios nos quais a estrela transforma parte de sua massa em energia.



Pista 16 - Comunicação

O que há por aqui? Neste departamento são editados os documentos oficiais, as publicações científicas e as atualizações do site do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), preste atenção ao fato de que diversos corpos celestes possuem o termo "estrela" em seus nomes. No entanto, no estágio de evolução no qual se encontram, não realizam mais a fusão nuclear e, por isso, não são mais estrelas!



Pista 17 - Administração

O que há por aqui? Neste prédio, além dos procedimentos burocráticos, são tomadas importantes decisões sobre o futuro do instituto.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), encontramos aqui um memorando esclarecendo que a explosão de estrelas massivas quando do final de sua evolução, fenômeno conhecido como *supernova*, é um fato instantâneo e não um dos estágios da evolução estelar.

14 PISTAS DO CASO 5

Figura 14.1: Pistas 02 a 04 do Caso 5



Pista 02 - Estudos Climáticos

O que há por aqui? Nesta sala são compilados e analisados dados climáticos de diversas regiões do mundo, a partir deles são divulgados relatórios técnicos para as mais diversas finalidades.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)* nesta sala encontramos um relatório, segundo o qual fica evidente que OE2021-15, em algum dos estágios de sua evolução, será uma gigante vermelha.



Pista 03 - Satélites e Imagens

O que há por aqui? Aqui os satélites do Instituto tem seu funcionamento monitorado, bem como há o tratamento das imagens por eles produzidas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, *buracos negros supermassivos* são objetos astronômicos muito antigos, geralmente encontrados no centro das galáxias. Eles não devem confundido com os buracos negros de massa estelar, ou seja, aqueles que se formaram com a morte de uma estrela de grande massa.



Pista 04 - Computação científica

O que há por aqui? Neste centro, processamos grande quantidade de dados e, também, realizamos complexos cálculos por meio dos computadores de grande porte.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a análise dos dados astronômicos indica que o objeto OE2021-15 possui massa 4% maior que a do Sol, bem como é 30% mais luminoso que ele.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14.2: Pistas 05 a 07 do Caso 5



Pista 05 - Meteorologia

O que há por aqui? O departamento de meteorologia, com base em seus diversos instrumentos, emite boletins sobre a previsão do tempo e as condições atmosféricas nas áreas monitoradas.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, lembre que uma *estrela de nêutrons* é um remanescente estelar ("restos" de uma estrela), originada pela supernova de uma estrela massiva. São objetos extremamente densos e quentes, compostos quase exclusivamente por nêutrons.



Pista 06 - Observatório

O que há por aqui? Neste observatório astronômico são recebidas e processadas imagens de diversas fontes e instrumentos de observação.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em relação às descobertas astronômicas mais recentes, saiba que muitas delas se tornaram possíveis apenas graças aos radiotelescópios e aos telescópios espaciais, capazes de captar sinais e registrar fenômenos cuja frequência está fora do espectro visível.



Pista 07 - Biblioteca

O que há por aqui? Nesta biblioteca são guardados e disponibilizados, apenas para consulta, livros, revistas científicas e trabalhos de pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, fique atento ao fato de que a unidade de medida padrão para temperatura no Sistema Internacional de Unidades é o *kelvin*, símbolo **K**. Temperaturas estelares são apresentadas nesta unidade.

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14.3: Pistas 08 a 10 do Caso 5



Pista 08 - Anfiteatro

O que há por aqui? Neste auditório são ministradas palestras e apresentações de trabalhos dos pesquisadores e alunos do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, em um seminário realizado neste ambiente, discorreu-se sobre os desafios inerentes à obtenção das medidas astronômicas: os corpos celestes são monitorados sistematicamente ao longo de vários anos, até que se estabeleça um consenso sobre o valor das medidas e respectivo intervalo de confiança.



Pista 09 - Refeitório

O que há por aqui? Nesta área são servidas as refeições e há espaço para convivência entre as pessoas do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, há pouco, ouvimos alguns pesquisadores comentando que o destino de todas as estrelas cuja massa é de até 10 massas solares é findar seus dias (bilhões de anos, na verdade) como uma anã branca.



Pista 10 - Ensino

O que há por aqui? Neste departamento são ministrados os cursos de Mestrado e Doutorado, nas áreas de atuação deste instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, as anãs vermelhas são muito abundantes no universo, pertencem à sequência principal, são relativamente frias, possuem baixa massa e luminosidade inferior a do Sol. Sugiro que avalies se OE2021-15 pode ser uma anã vermelha.

Figura 14.4: Pistas 11 a 13 do Caso 5



Pista 11 - Geofísica

O que há por aqui? Neste departamento são realizados estudos sismológicos terrestres e do comportamento geomagnético dos planetas vizinhos.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, nossos estudos ajudaram a explicar que o Sol, um típica anã amarela, emite radiação em um amplo espectro de frequências. Assim, sua verdadeira "cor" é branca. As frequências mais energéticas são espalhadas (refletidas) pela atmosfera, já as demais chegam à superfície, dando-lhe o aspecto alaranjado com o qual o percebemos.



Pista 12 - Engenharia Espacial

O que há por aqui? Neste centro são desenvolvidos equipamentos para atividades de exploração espacial, inclusive módulos de solo.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, encontramos em nosso acervo um estudo referente ao objeto estelar OE2021-15, indicando, com os dados atuais, que sua temperatura superficial é de 5 500 K.



Pista 13 - Laboratório de Materiais

O que há por aqui? Neste laboratório são realizados testes e análises de novos materiais para uso em atividades espaciais.

Fato novo: Sr(a). *Investigador (a)*, reavemos parcialmente os dados de um banco de dados antigo. Nele o objeto OE2021-15 corresponde à estrela *Helvetios*, também chamada de *51 Pegasi*, situada na constelação de Pégaso.

Figura 14.5: Pistas 14 a 17 do Caso 5



Pista 14 - Laboratório de Robótica

O que há por aqui? Aqui são desenvolvidos robôs para a realização de atividades perigosas ou de elevado risco.

Fato novo: Sr (a). Investigador (a), robôs por nós projetados participam de um programa cuja finalidade é a descoberta de novos exoplanetas. Um exoplaneta é um planeta que pertence a outros sistemas estelares. Atualmente, são conhecidos mais de 4000 exoplanetas.



Pista 15 - Laboratório de Combustíveis

O que há por aqui? Neste laboratório são pesquisadas novas formas de gerar energia, mais seguras, limpas e eficientes.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, a maioria das estrelas conhecidas, inclusive o Sol, estão relacionadas na sequência principal do diagrama H-R. Nesse estágio de suas evoluções as estrelas obtém energia fundindo hidrogênio em hélio.



Pista 16 - Comunicação

O que há por aqui? Neste departamento são editados os documentos oficiais, as publicações científicas e as atualizações do site do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, leve em consideração que a expectativa de vida de uma estrela é inversamente proporcional à sua massa. Encontramos documentos em arquivo, indicando que OE2021-15 tem idade estimada em 7,5 bilhões de anos.



Pista 17 - Administração

O que há por aqui? Neste prédio, além dos procedimentos burocráticos, são tomadas importantes decisões sobre o futuro do instituto.

Fato novo: Sr (a). *Investigador (a)*, encontramos aqui um memorando esclarecendo que a explosão de estrelas massivas quando do final de sua evolução, fenômeno conhecido como *supernova*, é responsável por "enriquecer" o meio interestelar com os mais diversos elementos químicos - muitos dos quais essenciais à vida.

15 FICHA DO BLOCO DE ANOTAÇÕES

Figura 15.1: Página do bloco de anotações

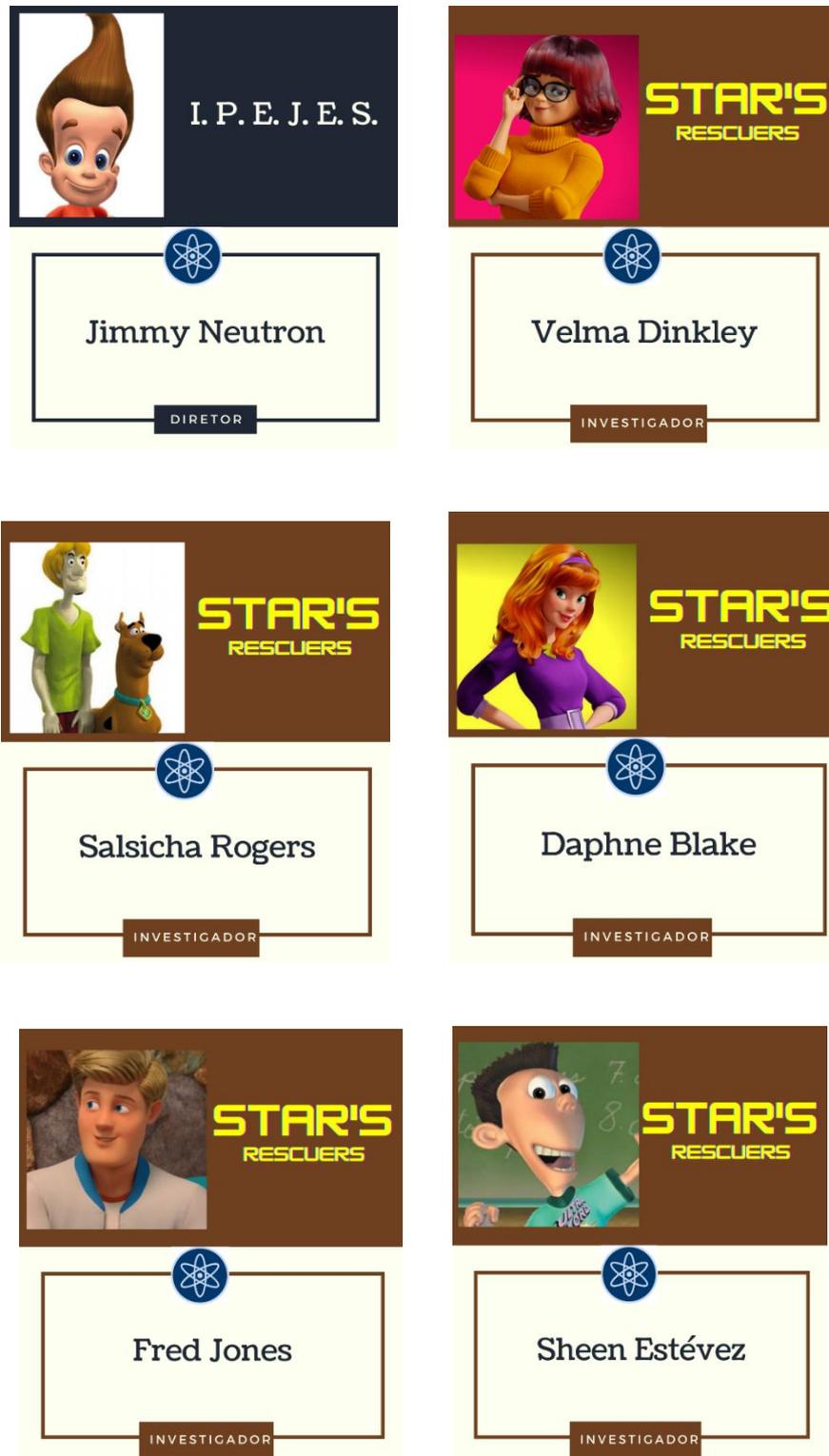
BLOCO DE ANOTAÇÕES - STAR'S RESCUERS

Nome do Investigador / Diretor	Nº do caso
Rodadas 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 14 <input type="checkbox"/> 15 <input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> 17 <input type="checkbox"/> 18 <input type="checkbox"/> 19 <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 21 <input type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/> 23 <input type="checkbox"/> 24 <input type="checkbox"/> 25 <input type="checkbox"/> 26 <input type="checkbox"/> 27 <input type="checkbox"/> 28 <input type="checkbox"/> 29 <input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/>	
Pistas	
Estudos climáticos	Satélites e Imagens
Computação científica	Meteorologia
Observatório	Biblioteca
Anfiteatro	Refeitório
Ensino	Geofísica
Engenharia Espacial	Laboratório de Materiais
Laboratório de Robótica	Laboratório de Combustíveis
Comunicação	Administração
Respostas	
Item a)	Item b)
Item c)	Item d)
Anotações relevantes:	

Fonte: Autoria própria (2021)

16 CRACHÁS

Figura 16.1: Crachás dos investigadores



Fonte: Autoria própria (2021)

17 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de **STAR'S RESCUERS**, por nós conduzida, atendeu plenamente aos objetivos propostos para a unidade didática de Evolução Estelar cuja descrição consta na dissertação completa. Por outro lado, ainda que o professor decida replicar as atividades didáticas da forma mais fiel ao roteiro lá descrito, os resultados podem ser significativamente diferentes. Cada turma é singular e as intrincadas relações que seus integrantes estabelecem entre si modificam o curso da experiência com o jogo, bem como a profundidade das aprendizagens desenvolvidas.

A efetividade do jogo, enquanto recurso didático, reside no fato de que cada aplicação (e até cada partida!) é única e, portanto, capaz de mediar experiências de grande riqueza didática para todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LUDOPÉDIA. **Scotland Yard (1975)**. Ludopédia on-line, 2013. Disponível em: <https://www.ludopedia.com.br/jogo/scotland-yard>. Acesso em 15 set. 2020.

LUDOPÉDIA. **Scotland Yard (1975)**. Ludopédia on-line, 2016. Disponível em: <https://www.ludopedia.com.br/jogo/221b-baker-st-sherlock-holmes-the-time-machine>. Acesso em 15 set. 2020.

ROSENBERG, M. B. **Comunicação não-violenta: técnicas para aprimorar relacionamentos pessoais e profissionais**. São Paulo: Ágora, 2006.