

Serendipidade em descobertas científicas: o episódio histórico de detecção dos pulsares

Serendipity in scientific discoveries: the historical episode of detection of pulsars

Larissa do Nascimento Pires

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da
Universidade Federal de Santa Catarina
larissa.n.pires@hotmail.com

Luiz O. Q. Peduzzi

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da
Universidade Federal de Santa Catarina
luizpeduzzi@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, desenvolvemos um estudo histórico-epistemológico sobre a presença da serendipidade na detecção dos pulsares, evento científico protagonizado pela atuação decisiva da astrofísica britânica Jocelyn Bell Burnell. A análise epistemológica deste episódio histórico inclui aspectos da filosofia da ciência de Thomas Kuhn e Norwood Hanson, além de reflexões sugeridas por filósofos que investigam a serendipidade na ciência. Os resultados apontam que a detecção acidental dos pulsares ocorreu em meio à imersão da astrofísica em seu trabalho, propiciando o desenvolvimento de novos estudos teóricos e observacionais para a compreensão deste novo objeto celeste. Defendemos que a discussão do acaso no contexto de ensino de ciências pode contribuir para uma melhor compreensão da natureza do conhecimento científico.

Palavras chave: Casualidade, História da Ciência, Jocelyn Bell Burnell, Natureza da Ciência.

Abstract

In this paper, we developed a historical-epistemological study about the presence of serendipity in the detection of pulsars, a scientific event that was starred by the decisive role of British astrophysicist Jocelyn Bell Burnell. The epistemological analysis of this historical episode includes aspects of the philosophy of science by Thomas Kuhn and Norwood Hanson, as well as reflections suggested by philosophers who investigate serendipity in science. The results show that the accidental detection of the pulsars occurred in the midst of the immersion of astrophysicist in her work, enabling the development of new theoretical and observational studies for the understanding of this new celestial object. We argue that the discussion of chance in the context of science education can contribute to a better understanding of the nature of scientific knowledge.

Key words: Chance, History of Science, Jocelyn Bell Burnell, Nature of Science.

Introdução

O conto *Three Princes of Serendip* relata a história de três altezas que, após seus estudos, “[...] começaram a viajar a pé para ver os diferentes países e milagres do mundo” (ANDEL, 1994, p. 632). Em certo dia, ao andarem por uma trilha deixada por um camelo, observaram que o animal parecia ser “[...] cego de um olho, lhe faltava um dente e era aleijado. Eles concluíram também que o animal carregava manteiga de um lado, mel do outro, além de uma mulher grávida” (ROSENMAN, 1988, p. 133). Conhecendo um condutor de camelos que havia perdido um de seus animais, os príncipes “[...] mencionaram as [...] características, que pareciam todas corretas. Acusados de roubo, os irmãos foram presos. Mas o camelo ileso foi encontrado e eles foram libertados” (ANDEL, 1994, p. 632). Alguns autores (ROSENMAN, 1988; ROBERTS, 1989; ANDEL, 1994) denotam que a palavra serendipidade surgiu em 1754 por intermédio deste conto, a partir de reflexões do escritor britânico Horace Walpole (1717-1797). Walpole descreve que “[...] conforme suas altezas viajavam, eles estavam sempre fazendo descobertas, por acidentes e sagacidade, de coisas que eles não buscavam” (ROSENMAN, 1988, p. 132).

Rosenman (1988) argumenta que a postura dos príncipes encontra paralelos com o mundo científico, pois, ocasionalmente, cientistas se deparam com novos achados em meio ao aprofundamento de suas pesquisas, o que ilustra “[...] a poderosa interação do acaso com a mente preparada” (p. 134). Anel (1994) destaca que “em campos [da ciência] fortemente empíricos [...] descobertas fortuitas parecem frequentes” (p. 644). Na física, ele menciona a descoberta dos raios-X por Wilhelm Roentgen (1845-1923). Outro notável exemplo envolve a descoberta do pósitron por Carl D. Anderson, que, segundo ele mesmo, foi inteiramente acidental (ANDERSON, 1961), não sendo uma decorrência da sua previsão teórica por Paul Dirac. No entanto, como bem ressaltam Merton e Barber (2006), a escassez de estudos sobre a acidentalidade na ciência fez com que seu papel fosse exagerado ou subestimado, gerando uma compreensão limitada sobre sua importância no empreendimento científico.

Procurando contribuir para a discussão de aspectos sobre a Natureza da Ciência no ensino de Física e de Astronomia, desenvolvemos um estudo histórico-epistemológico sobre a presença da serendipidade na detecção dos pulsares. Vários (WADE, 1975; ROSENMAN, 1988; ROBERTS, 1989) sugerem que esta detecção ocorreu casualmente durante a pesquisa de doutorado da astrofísica Jocelyn Bell Burnell¹.

Referenciais Teórico-Methodológicos

Os fundamentos teóricos deste trabalho estão em consonância com pesquisas em Educação em Ciências (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; MOURA, 2014; PEDUZZI; RAÍCIK, 2020) que sugerem a utilização didática de elementos de História e de Filosofia da Ciência (HFC) em discussões de aspectos sobre a Natureza da Ciência (NdC). Ainda que existam diferentes noções sobre este conceito, a NdC envolve elementos presentes na construção do conhecimento científico, como “[...] desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas” (MOURA, 2014, p. 32).

No desenvolvimento do presente estudo, consideramos elementos da análise documental

¹ À época do episódio de detecção dos pulsares, entre os anos de 1967 e 1968, a cientista assinou sua tese de doutorado com o nome *Susan Jocelyn Bell*. Entretanto, ao se casar, passou a assinar seus trabalhos com o nome *Jocelyn Bell Burnell*, como nos artigos em que relata a sua atuação neste episódio histórico.

como referencial metodológico (CELLARD, 2008), para um estudo histórico-epistemológico sobre a detecção dos pulsares. Os documentos analisados consistem em fontes primárias, elaboradas pelas/os cientistas envolvidos no episódio histórico; e em fontes secundárias, escritas por estudiosas/os que apresentam reflexões retrospectivas sobre o episódio em questão.

A análise preliminar destes documentos possibilitou identificar, como uma profícua temática para discussões sobre NdC, a presença da serendipidade no processo de detecção dos pulsares. No desenvolvimento da análise epistemológica, consideramos reflexões sobre descobertas acidentais na ciência, elaboradas por Thomas Kuhn (2011, 2018) e Norwood Hanson (1967), bem como as investigações de Rosenman, (1988), Roberts (1989), Andel (1994) e Merton & Barber (2006).

Desenvolvimento e Análise

Detecção dos pulsares: elementos históricos

As ondas de rádio cósmicas, identificadas na década de 1930, possibilitaram o início do desenvolvimento de um emergente campo científico: a radioastronomia (MCNAMARA, 2008). Em Cambridge, um dos pesquisadores que compunham o grupo de radioastrônomos era Antony Hewish. Seu objetivo, em particular, era compreender a “[...] natureza das flutuações, ou cintilações, das intensidades das fontes de rádio devido às nuvens de plasma em movimento” (LONGAIR, 2011, p. 147), fenômeno que veio a ser definido como cintilação interplanetária. Com base em investigações sobre estas cintilações, acreditava ser possível, por exemplo, desenvolver estudos sobre os quasares, que se tornaram o objeto de pesquisa de muitos astrônomos, como Hewish.

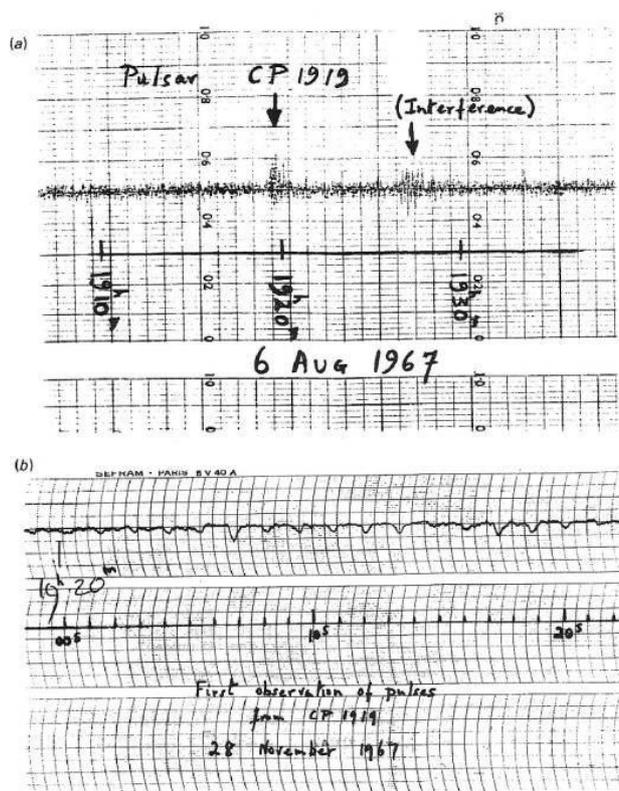
Neste contexto, Susan Jocelyn Bell, graduada em Física na Universidade de Glasgow, ingressou como estudante de doutorado no grupo de radioastrônomos da Universidade de Cambridge, sob a orientação de Hewish (BELL BURNELL, 2004). O objetivo da pesquisa de Bell consistia em investigar o diâmetro angular de quasares mediante a cintilação interplanetária. De acordo com a astrofísica, naquela época, “[...] poucos eram conhecidos, e o objetivo do projeto no qual participei era descobrir mais com um novo radiotelescópio” (BELL BURNELL, 2017, p. 831). O grupo de pesquisa dirigido por Hewish construiu, entre os anos de 1965 e 1967, o radiotelescópio *Interplanetary Scintillation Array*.

Segundo Bell Burnell (1977), o radiotelescópio ocupava uma área de 1,8 hectares, justificada pelo fato de que a frequência de coleta dos sinais, na faixa de 81,5 MHz, era extremamente baixa. O instrumento registrava as observações em longos gráficos, cuja análise era de responsabilidade da pesquisadora. Segundo ela, “uma das coisas com as quais você deve se habituar ao começar a operar um radiotelescópio é o efeito da interferência e como ela aparece nos gráficos [...] Também nos acostumamos a identificar os quasares” (BELL BURNELL, 2004, p. 1. 8).

Em pouco mais de um mês de operação do radiotelescópio, ela identificou um sinal com um comportamento diferenciado: sua posição celestial consistia em pulsos em ascensão reta em 19 horas e 19 minutos. Seu registro ocorreu, pela primeira vez, no dia 6 de agosto de 1967 (Figura 1a). McNamara (2008, p. 42) argumenta que “muitos teriam descartado o minúsculo registro como interferência, mas para Bell não parecia artificial”. Segundo a astrofísica, em uma determinada parte dos registros, “[...] havia um pouco do que eu chamo de *scruff*, que não se parecia exatamente com interferência e nem com cintilação” (BELL BURNELL, 1983, p. 164).

Bell Burnell (1977) aponta que, na época, percebeu outras características, como o fato de que o sinal se manifestava na mesma parte do céu e parecia se movimentar conforme o tempo sideral. Além disso, era observado no período noturno, quando geralmente a observação da cintilação de fontes de ondas de rádio era desenvolvida durante o período diurno. Neste âmbito, a cientista concentrou seus esforços na procura desta fonte. Para tanto, Bell e Hewish instalaram um gravador de alta resolução, de maneira que o “[...] sinal ocupasse não apenas um quarto de polegada, mas [que] se espalhasse para que pudéssemos ver sua estrutura” (BELL BURNELL, 2004, p. 1.8). A fonte veio a ser identificada novamente no dia 28 de novembro de 1967 (Figura 1b):

Figura 1: Registro do sinal CP1919 por Jocelyn Bell em agosto de 1967.



Fonte²: University of Cambridge

A astrofísica afirma que encontrou os sinais após participar de uma palestra:

[...] no dia seguinte à palestra, fiquei no observatório [...] e no gravador [...] encontrei uma série de pulsos, um sinal fraco que estava obviamente muito próximo do limite de detecção, com alguns dos pulsos faltando, mas mantendo a fase e mantendo um período muito preciso. Você podia ver, mesmo enquanto o gráfico fluía sob as canetas, a regularidade dos *blips* e podia ver que o período era de cerca de $1^{1/3}$ segundos. [...] Fui bem treinada na graduação na Universidade de Glasgow, e quando vi este sinal pulsado, metade do meu cérebro estava dizendo: "Puxa vida, é um sinal pulsado", e a outra metade do meu cérebro estava dizendo: "O que eu faço a seguir?" (BELL BURNELL, 2004, p. 1. 8).

² Disponível em: <<https://www.cam.ac.uk/Discovery>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

Ao observar que os registros demonstravam uma série de pulsos periodicamente espaçados, a cientista comunicou o achado ao seu orientador, cuja “reação inicial foi que a fonte tinha que ser artificial: não havia nenhum fenômeno natural conhecido que pudesse produzir um sinal de rádio recorrente” (MCNAMARA, 2008, p. 43). Na noite seguinte, Hewish apareceu para verificar os sinais:

Tony conferiu as gravações e verificou que essa coisa [...] se mantinha exatamente no tempo sideral. Mas pulsos com intervalos de $1^{1/3}$ segundos pareciam sinais suspeitamente feitos por ação humana. Além disso, $1^{1/3}$ segundos era uma taxa de pulsação muito rápida para algo tão grande quanto uma estrela (BELL BURNELL, 1977, p. 686).

O problema se apresentava justamente no fato de que “[...] a estrela variável mais rápida conhecida até então possuía um período de um terço de um dia e ninguém poderia conceber uma estrela com um período de $1^{1/3}$ segundos” (WADE, 1975, p. 360). Em referência à sua regularidade, os pulsos foram apelidados por alguns cientistas do grupo como *Little Green Men*, embora, segundo a cientista, “[...] não acreditássemos seriamente que se tratasse de homenzinhos verdes, mas era um nome tão bom quanto qualquer outro” (BELL BURNELL, 2004, p. 1.9).

O grupo de radioastrônomos de Cambridge começou a elaborar conjecturas sobre o que, de fato, tratava-se este sinal. Em primeiro momento, Hewish considerou que poderia ser interferência humana: ele entrou em contato com outros grupos de radioastrônomos da Grã-Bretanha, perguntando se tinham algum programa em andamento desde agosto que pudesse estar causando interferência; a resposta dada por todos os grupos foi negativa (BELL BURNELL, 1983). Outra hipótese consistiu em verificar se não havia algum problema técnico com o próprio radiotelescópio: entraram em contato com outros cientistas que possuíam “[...] um telescópio que operava na mesma frequência para ver se eles também podiam captar o sinal” (BELL BURNELL, 2004, p. 1.9). A expectativa de encontrar o sinal em outro radiotelescópio acabou sendo confirmada.

Admitindo a existência deste objeto celeste, os membros do grupo passaram a considerar, durante um tempo, a hipótese de este sinal ser uma possível detecção de inteligência extraterrestre. Para investigar esta hipótese, os cientistas iniciaram análises no desvio Doppler do movimento desta fonte. Em meio a este contexto, com estas observações não gerando os resultados esperados, Bell encontrou um segundo sinal com comportamento semelhante. Este achado fez com que a pesquisadora e os demais integrantes do grupo considerassem que a hipótese dos “homenzinhos verdes” poderia ser descartada (BELL BURNELL, 1983).

Em janeiro de 1968, outros dois sinais semelhantes foram identificados. A partir destes dados, o grupo redigiu o artigo *Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source*, publicado na Revista *Nature*. A divulgação do trabalho gerou um movimento das/os cientistas no desenvolvimento de construções teóricas e observacionais para estudo destes sinais, que posteriormente foram denominados *pulsares*. Noções atuais os definem como uma estrela de nêutrons que “[...] se comporta como um farol cósmico [...] gerando um feixe de rádio ao redor do céu enquanto gira. Na medida em que o feixe percorre a Terra, os radiotelescópios detectam um pulso” (BELL BURNELL, 2007, p. 579).

Serendipidade e os pulsares: reflexões epistemológicas

Esta narrativa histórica apresenta elementos que ilustram que a detecção dos pulsares ocorreu de maneira acidental. Thomas Kuhn elenca que “[...] esse tipo de descoberta ocorre mais frequentemente do que os padrões impessoais dos relatórios científicos nos permitem

perceber” (KUHN, 2018, p. 133).

Para atender aos objetivos de sua pesquisa de doutorado, Jocelyn Bell objetivava encontrar sinais de quasares ou, na pior das hipóteses, sinais de radiointerferência; logo, a cientista sabia reconhecer como os sinais apareceriam em seus registros. Como salienta Kuhn, descobertas acidentais se apresentam quando cientistas “[...] conhecem bem seus instrumentos e sabem qual deve ser o comportamento da natureza” (KUHN, 2011, p. 192). Assim, para que tais descobertas ocorram, é necessária a imersão das/os cientistas em sua investigação. A serendipidade se manifesta no contexto científico quando a/o cientista, “sabendo com precisão o que deveria esperar, é capaz de reconhecer que algo saiu errado” (KUHN, 2018, p. 143). Este aspecto se apresenta com clareza nos relatos da astrofísica, mediante sua inquietação com o sinal incomum que havia encontrado nos registros.

Roberts (1989) destaca que Jocelyn e os demais membros do grupo “[...] não estavam tentando encontrar pulsares em 1967. [...] Ninguém suspeitava que estrelas de nêutrons emitissem sinais pulsados de radiofrequência” (p. 121). Este aspecto corrobora o que preconiza Norwood Hanson, de que descobertas casuais possuem a característica de se manifestar sem que haja quaisquer expectativas das/os cientistas. A detecção do primeiro pulsar por Jocelyn Bell ilustra o fato de que tais descobertas

[...] aparecem onde não há nenhuma postura teórica em relação à descoberta em questão. Nenhuma expectativa teórica ou psicológica anterior sulca as fronteiras da investigação em tal caso (HANSON, 1967, p. 336).

Ainda que não possuíssem expectativas teóricas, as/os pesquisadoras/es envolvidos reconheceram que o comportamento deste sinal, que posteriormente seria denominado *pulsar*, se diferenciava do que usualmente era esperado e, o mais importante, direcionaram os esforços para investigações de características deste novo objeto. Rosenman (1988, p. 132) argumenta que “a sagacidade, definida como [...] percepção aguçada [...] é um elemento-chave da serendipidade”. Merton & Barber (2006, p. 297) apontam ainda que descobertas acidentais “[...] só adquirem significados quando captam a atenção de alguém capaz de colocá-las em um contexto científico”.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao fato de que descobertas acidentais não geram conclusões imediatas: “o trabalho científico sistemático sempre segue a observação fortuita inicial [...] evoluindo a partir de experimentação rigorosa e amplo conhecimento da área” (ROSENMAN, 1988, p. 135). Após a detecção do primeiro pulsar, o grupo realizou várias observações do mesmo sinal, de maneira a assegurar a sua efetiva existência e levantar suas primeiras características.

Posteriormente, pesquisas por outros sinais semelhantes foram desenvolvidas pelo grupo e por outras/os astrônomas/os, ilustrando que “busca dirigida e serendipidade não se excluem, mas [...] se complementam” (ANDEL, 1994, p. 644). Além do seu achado acidental, Bell elaborou observações direcionadas para encontrar outros sinais, que contribuíram para a construção das explicações preliminares sugeridas no artigo publicado pelo grupo. Após a publicação na *Nature*, buscas dirigidas foram desenvolvidas por outras/os cientistas em novas investigações.

Considerações Finais

A detecção dos pulsares ilustra como a serendipidade consiste em uma das temáticas que podem contribuir para um melhor entendimento da Natureza da Ciência. As epistemologias de Thomas Kuhn e de Norwood Hanson, em especial, possibilitam evidenciar algumas das características de descobertas acidentais que se manifestam no episódio histórico abordado

neste estudo.

Assim, evidenciamos que esta descoberta acidental ocorreu em meio à imersão de Jocelyn Bell em seu trabalho. A identificação destes sinais mobilizou as/os pesquisadoras/es do grupo a articularem concepções teóricas e observações à sua compreensão. A posterior divulgação destes achados entre os pares desencadeou um movimento da comunidade astronômica para a compreensão deste objeto celeste. Efetivamente, “um dos efeitos do acaso é permitir que “as coisas se agitem”, permitindo o início de desenvolvimentos qualitativamente novos” (BOHM, 2015, p. 89).

A discussão do acaso no contexto de ensino de ciências, além de possibilitar uma melhor compreensão da Natureza da Ciência, pode problematizar noções equivocadas (MERTON; BARBER, 2006), nas quais descobertas acidentais são descritas como sendo produzidas “[...] por pessoas que ‘descobrem verdades universais’ observando fatos corriqueiros” (FORATO; PIETROCOLA, MARTINS, 2011, p. 39). Assim, defendemos a relevância do desenvolvimento de outros estudos sobre esta temática mediante um respaldo histórico-epistemológico, de maneira a problematizar o papel da serendipidade em descobertas científicas.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos o apoio financeiro ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- ANDEL, Pek Van. Anatomy of the Unsought Finding. Serendipity: Origin, History, Domains, Traditions, Appearances, Patterns and Programmability. **British Journal for the Philosophy of Science**, v. 45, n. 2, p. 631–648, 1994.
- ANDERSON, Carl David. Early work on the positron and muon. **American Journal of Physics**, v. 29, n. 12, p. 825-830, 1961.
- BELL BURNELL, Jocelyn. Petit Four. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 302, n. 1 Eighth Texas, p. 685–689, 1977.
- BELL BURNELL, Jocelyn. The Discovery of Pulsars. In: KELLERMANN, K.; SHEETS, B. (Ed.). **Serendipitous Discoveries in Radio Astronomy**. Green Bank: National Radio Astronomy Observatory, 1983.
- BELL BURNELL, Jocelyn. Pliers, pulsars and extreme physics. **Astronomy and Geophysics**, v. 45, n. 1, p. 1.07-1.11, 2004.
- BELL BURNELL, Jocelyn. Astronomy: Pulsars 40 years on. **Science**, v. 318, n. 5850, p. 579–581, 2007.
- BELL BURNELL, Jocelyn. The past, present and future of pulsars. **Nature Astronomy**, v. 1, n. 12, p. 831–834, 2017.
- BOHM, David. **Causalidade e acaso na física moderna**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2015.
- CELLARD, André. A Análise Documental. In: POUPART, J. et. al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008. p. 295-316.
- FORATO, Thais Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino**

de Física, v. 28, n. 1, p. 27–59, 2011.

HANSON, Norwood Russell. An Anatomy of Discovery. **The Journal of Philosophy**, v. 64, n. 11, p. 321–352, 1967.

KUHN, Thomas Samuel. **A Tensão Essencial**: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

KUHN, Thomas Samuel. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2018.

LONGAIR, Malcolm. The Discovery of Pulsars and the Aftermath. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 155, n. 2, p. 147–157, 2011.

MCNAMARA, Geoff. **Clocks in the Sky**: The Story of Pulsars. New York: Praxis, 2008.

MERTON, Robert King; BARBER, Elinor. **The Travels and Adventures of Serendipity**. Princeton: Princeton University Press, 2006.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32–46, 2014.

PEDUZZI, Luiz. O. Q.; RAICIK, Anabel Cardoso. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 19–55, 2020.

ROBERTS, Royston M. **Serendipity Accidental Discoveries in Science**. New York: Wiley, 1989.

ROSENMAN, Martin F. Serendipity and Scientific Discovery. **The Journal of Creative Behavior**, v. 22, n. 2, p. 132–138, 1988.

WADE, Nicholas. Discovery of Pulsars: A Graduate Student's Story. **Science**, v. 189, n. 4200, p. 358–364, 1975.