

इतिहास के झरोखे से प्लूटो, कक्षा में

साल 2024-25 की एनसीईआरटी की कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक का पहला अध्याय (विज्ञान का अनूठा संसार) विद्यार्थियों को विज्ञान को : “...जिस दुनिया में हम रहते हैं उसे समझने के लिए और ब्रह्माण्ड के रहस्यों की परतें खोलने के लिए सोचने, अवलोकन करने, और कार्य करने के एक तरीके” के तौर पर देखने के लिए आमंत्रित करता है। प्लूटो की खोज की कहानी इस प्रक्रिया का एक ठोस उदाहरण प्रस्तुत करती है। इस कहानी के इर्द-गिर्द चर्चाएँ करने से शिक्षकों को शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (NCF-SE) 2023 द्वारा माध्यमिक चरण के लिए सुझाए गए पाठ्यचर्या के नौ लक्ष्यों में से दो को पूरा करने में मदद मिल सकती है :

1. CG-6 : “वैज्ञानिक ज्ञान के उद्विकास और वैज्ञानिक जाँच में सक्रियता से सहभागी बनकर विज्ञान की प्रकृति और प्रक्रियाओं की पड़ताल करना।” विशेष रूप से, इससे विद्यार्थियों को इस दक्षता के विकास में मदद मिल सकती है : “यह समझाना कि किस तरह से समय के साथ वैज्ञानिक ज्ञान और विचारों (पिण्डों और ग्रहों की गति के विवरण, ग्रहों की संख्या) में बदलाव आया। इसके साथ ही उन्हें उन वैज्ञानिक मूल्यों (वैज्ञानिक दृष्टिकोण, एक सामूहिक प्रयास के तौर पर विज्ञान...) की पहचान करने में भी मदद मिल सकती है, जो आमतौर पर स्वाभाविक रूप से वैज्ञानिक ज्ञान के उद्विकास का हिस्सा रहे हैं।”

2. CG-9: “यह समझने के लिए कि विज्ञान निरन्तर विकसित हो रहा है और अभी भी कई सवालों के जवाब ढूँढ़ने के लिए बाकी हैं, वैज्ञानिक ज्ञान के सभी क्षेत्रों की सबसे हालिया खोजों, विचारों और नए, अज्ञात या उन्नत क्षेत्रों के बारे में जागरूकता विकसित करना।”

पाठ्यचर्या के इन लक्ष्यों में जिन पहलुओं पर प्रकाश डाला गया है, उनके अलावा मैं दो और पहलुओं पर संक्षेप में बात करना चाहूँगी :

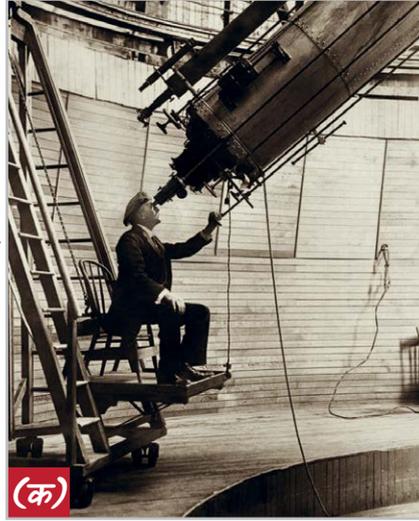
3. विद्यार्थी अकसर प्रयोगों को प्राकृतिक दुनिया का अन्वेषण करने के लिए वैज्ञानिकों द्वारा इस्तेमाल किया जाने वाला एकमात्र या सबसे महत्वपूर्ण तरीका मानते हैं। क्या इस विचार को इस तथ्य से बल मिलता है कि विज्ञान की कई पाठ्यपुस्तकें प्रयोगों पर ही ध्यान केन्द्रित करती हैं? या फिर इसकी एक और वजह यह है कि हममें से कई लोग कक्षा के सभी व्यावहारिक अनुभवों (hands-on experiences) को ‘गतिविधियाँ’ नाम देने की बजाय ‘प्रयोग’ कहते हैं। प्लूटो की खोज की कहानी यह दर्शाती है कि किस तरह से खगोलविज्ञान जैसे क्षेत्रों में प्रयोग करना हमेशा सम्भव नहीं होता। यह विद्यार्थियों को वैज्ञानिक ज्ञान विकसित करने में अटकलों, गणितीय गणनाओं, और ध्यानपूर्वक अवलोकन की भूमिका से भी परिचित करा सकती है। **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी विज्ञान के इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो आप उन्हें ऐसे उदाहरणों के बारे में चर्चा करने और सोचने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं, जहाँ विज्ञान के किसी सवाल का जवाब ढूँढ़ने के लिए प्रयोग का इस्तेमाल करना अनावश्यक, अपर्याप्त या यहाँ तक कि अनैतिक भी हो सकता है।

4. प्लूटो की खोज की कहानी यह दर्शाती है कि किस तरह से प्राकृतिक दुनिया के बारे में हमारी धारणा उन उपकरणों से जुड़ी और समर्थित है जिन्हें हम इसकी पड़ताल के लिए उपयोग करते हैं। इस कहानी में इस्तेमाल की गई शक्तिशाली दूरबीनों के बगैर हम प्लूटो (साथ-ही-साथ अरुण और वरुण) के बारे में बहुत कम जान पाते। इस बिन्दु की ओर भी विद्यार्थियों का ध्यान आकर्षित करना महत्वपूर्ण हो सकता है कि इन उपकरणों की डिज़ाइन, निर्माण और परिष्कृत करने में कई पीढ़ियों के लोगों के प्रयास शामिल थे। **विद्यार्थियों के**

सोचने-विचारने के लिए सवाल : अगर आपके विद्यार्थी विज्ञान के इस पहलू में रुचि दर्शाते हैं, तो आप उन्हें :

(क) कम-से-कम ऐसे एक उपकरण के बारे में सोचने और उस पर चर्चा करने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं, जिससे उन्हें अपने आस-पास की दुनिया की कुछ घटनाओं का और ज्यादा विस्तार व सटीकता से अवलोकन करने, मापने व विश्लेषण करने में मदद मिलती है। आप चर्चा के लिए इनमें से कुछ सवालों का इस्तेमाल कर सकते हैं : अगर आपके पास यह उपकरण न होता तो आपकी दुनिया के कौन-से पहलू आपको नज़र न आते, सुनाई न देते या फिर अस्पष्ट होते? क्या ऐसी कुछ बातें हैं जिन्हें आप इस उपकरण के बिना खुद से न जान पाते?

(ख) आप रोज़ी रिसर्च से डॉक्टर एरिका द्वारा ब्लिंक कोम्पारेटर पर डिज़ाइन की गई ग्रहों के खोज की गतिविधि इस लिंक से <https://bit.ly/3VJgm2S> डाउनलोड कर सकते हैं। अपने विद्यार्थियों को इसे आजमाने के लिए आमंत्रित करें। इस गतिविधि का पृष्ठ 4 उन वास्तविक स्लाइड्स के चित्र दर्शाता है, जिनकी तुलना टॉमबॉ ने प्लूटो की खोज के लिए की थी। अगर आपके विद्यार्थी इन स्लाइड्स पर प्लूटो को नहीं देख पा रहे हैं, तो उन्हें ये चित्र अपने मोबाइल फोन पर प्रदर्शित करके दिखाएँ कि टॉमबॉ को क्या नज़र आया था : <https://www.planetary.org/space-images/the-pluto-discovery-plates>। आप चर्चा के लिए इस सवाल का इस्तेमाल कर सकते हैं : ऐसे उपकरण होना कितना ज़रूरी है, जिनसे कोई अन्वेषण कम समय में किया जा सके? किस प्रकार की छानबीन के लिए ऐसे उपकरणों की ज़रूरत पड़ेगी?



(क)

प्लूटो को अब ग्रह न माना जाना विज्ञान की प्रकृति के इन सभी पहलुओं से जुड़ा हुआ है। क्योंकि यह हमसे बहुत दूर है (हमारे और सूरज के बीच की दूरी का 34 गुना), इसका अवलोकन करना बहुत मुश्किल है। हमने देखा कि किस तरह से टॉमबॉ और लैम्पलैंड ने इसकी स्पष्ट तस्वीर लेने के लिए उन्नत क्रिस्म और उच्च आवर्धन क्षमता वाली दूरबीनों का इस्तेमाल किया। इसके बावजूद भी उनके द्वारा ली गई तस्वीरें धुँधली और अस्पष्ट ही रहीं। जैसे-जैसे प्लूटो का अवलोकन करने के हमारे उपकरण ज्यादा बेहतर होते गए, इसके बारे में हमारी जानकारी बढ़ती गई और ग्रह की हमारी परिभाषा और ज्यादा स्पष्ट होती गई। उदाहरण के लिए, प्लूटो की पहली ग्रह जैसी तस्वीर 1990 में हबल स्पेस टेलीस्कोप के लॉन्च होने के बाद सामने आई। खगोलशास्त्रियों ने इस पिण्ड का जितना बारीकी से अवलोकन किया, यह उतना ही छोटा नज़र आया। 2006 तक, यह अन्दाज़ा लगाया गया कि इसका द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान का 0.2% है। इसके बारे में हमारी समझ में इन बदलावों का नतीजा यह हुआ कि इसका फिर से वर्गीकरण करते हुए इसे बौना ग्रह कहा गया। कक्षा छठवीं की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक के पहले अध्याय की ओर लौटते हुए, कहानी के इस पहलू को इसके एक उदाहरण के तौर पर इस्तेमाल किया जा सकता है कि किस तरह से : “विज्ञान एक बहुत बड़ी और कभी न खत्म होने वाली जिगसाँ पहेली की तरह है... कभी-कभी, हम पाते हैं कि इस पहेली का एक टुकड़ा गलत जगह पर रख दिया गया है और उसे वहाँ से हटाकर कहीं और रखने की ज़रूरत है। नई खोजें अकसर दुनिया के बारे में हमारी समझ को बदल देती हैं।” **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी विज्ञान के इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो आप उन्हें उनकी अपनी खुद की दुनिया के किन्हीं पहलुओं के बारे में ऐसे कोई 1-2 कथन सोचने के बारे में प्रोत्साहित कर सकते हैं, जो साक्ष्य

द्वारा अच्छी तरह समर्थित हैं। ये कथन बहुत सरल से हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, विद्यार्थी कह सकते हैं कि उनके लंच ब्रेक की घण्टी हमेशा दोपहर 12 बजे बजती है। या फिर यह कि उनके पड़ोस में मौजूद एक तरह के पेड़ में साल के एक निश्चित महीने में ही फूल आने शुरू होते हैं। इन कथनों को बोर्ड पर लिखें। उनसे इन कथनों के समर्थन में साक्ष्य साझा करने को कहें। इसके बाद आप पूछ सकते हैं : अगर आपको नया साक्ष्य मिल जाए तो? उदाहरण के लिए, बुरांश या उत्तराखण्ड के राज्य वृक्ष रोडोडेंड्रोन के बारे में यह जाना जाता है कि इसमें मार्च और अप्रैल के महीने में फूल खिलते हैं। लेकिन इसे इस साल जनवरी में खिलते हुए देखा गया। आप इस तरह के नए साक्ष्य पर क्या प्रतिक्रिया देंगे? क्या आप इसे खारिज कर देंगे? या फिर आप अपने पहले के कथन में दोबारा संशोधन करने के लिए तैयार रहेंगे? कौन-से कारक आपकी प्रतिक्रिया को चुनने में आपकी मदद करेंगे? इस चर्चा का इस्तेमाल यह साझा करने के लिए करें कि विज्ञान में 'तथ्य' विश्वसनीय तो होते हैं, लेकिन फिर भी उन्हें दोबारा संशोधित करने की गुंजाइश रहती है।

विज्ञान की कक्षा में इस कहानी को सुनाया जाना जरूरी होने की एक और वजह विद्यार्थियों से दो सवाल पूछना है। ये ऐसे प्रश्न हैं जिन्हें हो सकता है वे खुद से आपसे न पूछें, लेकिन हो सकता है कि वे इनके बारे में बहुत सोचें। खासकर तब जब उन्हें बहुत सारा होमवर्क पूरा करना हो, परीक्षाओं की तैयारी करनी हो या फिर उनकी पाठ्यपुस्तक की किसी विशेष रूप से अमूर्त या जटिल अवधारणा को समझने के लिए जूझना पड़ रहा हो। ये दो सवाल हैं : विज्ञान महत्वपूर्ण क्यों है? हम इसे क्यों पढ़ते हैं? इन सवालों पर कक्षा छठवीं की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक का पहला अध्याय कुछ इस तरह से प्रतिक्रिया देता है :



“इन्सानों के तौर पर हम हमेशा अपने आस-पास के परिवेश को लेकर जिज्ञासु रहे हैं। बचपन से ही हम अपने आस-पास के परिवेश की खोजबीन करने लगते हैं और सवाल पूछने लगते हैं... विज्ञान का मतलब ही आनन्दपूर्ण खोजबीन है। विज्ञान के अपने सफ़र के मज़े लें और ब्रह्माण्ड के अद्भुत रहस्यों के बारे में सोचना और सवाल पूछना कभी न बन्द करें।” लेकिन बहुत से विद्यार्थियों को अपनी इस जिज्ञासा और आनन्द की भावना को उनकी पाठ्यपुस्तकों में दी गई बातों से जोड़ने के अवसर खोजने में कठिनाई का सामना करना पड़ सकता है। विज्ञान पढ़ाने के हमारे कुछ तरीके भी इस अलगाव की वजह बन सकते हैं। इसके विपरीत, खोज की कहानियाँ, जैसे प्लूटो की कहानी, विद्यार्थियों को विज्ञान को एक रूखे-सूखे से अरुचिकर विषय के तौर पर पढ़ने के बजाए एक रोचक और रचनात्मक खोज के रूप में इससे जुड़ने के अवसर प्रदान कर सकती हैं। इस कहानी के कुछ पहलू, जिन्होंने हमारी दिलचस्पी जगाई, कुछ इस प्रकार हैं :

- वेरियर ने वरुण की स्थिति को लेकर जो भविष्यवाणी की थी, वह उससे एक डिग्री से भी कम दूरी पर खोजा गया। और गैले को जब वेरियर की भविष्यवाणी के बारे में पता चला, उन्होंने तभी (उसी रात) इसे खोज लिया। **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी कहानी के इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो उन्हें यह कल्पना करने के लिए आमंत्रित करें कि इस खोज में लगे समय का X ग्रह की खोज के लोवेल के संकल्प पर क्या असर पड़ा होगा। उन्हें याद दिलाएँ कि लोवेल ने 1906 में प्लूटो की अपनी खोज शुरू की थी और 1916 में अपनी मृत्यु तक वे इसकी खोज में जुटे रहे थे। उन्होंने एक ऐसा तरीका अपनाया जिसमें वेरियर की तरह गणितीय गणनाएँ करना और गैले की तरह रात्रि-आकाश का अवलोकन दोनों शामिल थे। फिर भी, लोवेल अपने जीते जी प्लूटो का कोई सुराग नहीं ढूँढ़ सके। आप चर्चा के लिए इनमें से कुछ सवालों का इस्तेमाल कर सकते हैं : इससे हमें विज्ञान में सवालों के जवाब ढूँढ़ने की प्रक्रिया के बारे में क्या पता चलता है? आपको क्या

लगता है गैले और वेरियर को किस बात से मदद मिली होगी? क्या प्लूटो की खोज अपने आप में ही अधिक मुश्किल थी?

- X ग्रह की अपनी खोज को और बेहतर करने के लिए लोवेल को दो सवालों के जवाब की ज़रूरत थी : रात्रि-आकाश में उन्हें ऐसे किसी पिण्ड के मिलने की सबसे ज़्यादा सम्भावना कहाँ होगी? और रात्रि-आकाश की तस्वीरों में उन्हें कितने बड़े पिण्ड को ढूँढने की कोशिश करनी होगी? इस तरह के अनुमान लगाने के लिए कुछ बहुत जटिल गणितीय गणनाओं की ज़रूरत थी। आज के खगोलशास्त्री ऐसा करने के लिए कुछ बहुत उन्नत कम्प्यूटरों का इस्तेमाल कर सकते हैं। लेकिन यह उस समय की बात है जब कैलकुलेटर भी (अस्थिमोमीटर की तरह) बहुत सरल गणनाएँ ही कर पाते थे। इसलिए, लोवेल ने 'मानव' कम्प्यूटरों की एक टीम को काम पर रखा। ये वे लोग थे, जो हाथ से जटिल, लम्बी और अकसर उबाऊ गणनाएँ करते थे। ये गणनाएँ खगोलविज्ञान और आकाशीय पिण्डों का इस्तेमाल करके दिशा-निर्धारण में खास महत्त्व रखती थीं। मानव कम्प्यूटरों में लगभग आधी महिलाएँ थीं। बहुत से पुरुषों को यह काम उबाऊ और अनाकर्षक लगता था। इसमें कई-कई घण्टों तक सटीक ढंग से काम करना पड़ता था, जिसकी शायद ही कभी सराहना होती थी। बहुत-से खगोलविज्ञानी महिला कम्प्यूटरों को पुरुष कम्प्यूटरों की तुलना में आधा भुगतान करते थे। लोवेल की मानव कम्प्यूटरों की टीम का नेतृत्व एलिज़ाबेथ लैंगडन विलियम्स कर रही थीं। वे अमरीका के मैसाचुसेट्स इंस्टीट्यूट ऑफ़ टेक्नॉलाजी से (भौतिकविज्ञान में डिग्री के साथ) स्नातक करने वाली पहली महिलाओं में से एक थीं। लोवेल और टॉम्बॉ दोनों ने प्लूटो की अपनी खोज में विलियम्स की गणनाओं का इस्तेमाल किया। **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो आप उनसे विलियम्स के बारे में और ज़्यादा जानकारी ढूँढने को कह सकते हैं या फिर ऐसी और महिलाओं की सूची बनाने को कह सकते हैं, जिनकी गणनाओं ने विज्ञान की महत्त्वपूर्ण खोजों में योगदान दिया। उनकी रुचि और आपके पास उपलब्ध संसाधनों के आधार पर, यह एक साल भर तक चलने वाला प्रोजेक्ट बन सकता है। यह ध्यान रखना मददगार होगा कि इस अवधि के दौरान विज्ञान में महिलाओं के योगदान के बारे में बहुत कम दस्तावेज़ उपलब्ध हैं। सामग्री को खोजने और यहाँ तक कि महिला वैज्ञानिकों का नाम खोजने में खासी कठिनाई का सामना करना पड़ सकता है। अगर आपके परिवेश के मद्देनज़र इनमें से किसी भी मुद्दे की छानबीन मुश्किल हो, तो आप कक्षा में चर्चा के लिए इनमें से कुछ सवालों को इस्तेमाल कर सकते हैं : प्लूटो की खोज में विलियम्स का योगदान वरुण की खोज में वेरियर के योगदान से कैसे अलग था? आपके मुताबिक इस कहानी में विलियम्स की भूमिका के बारे में बहुत ही कम बात क्यों की जाती है? क्या आपको लगता है कि विलियम्स की तुलना में आपकी कक्षा की लड़कियों के पास वैज्ञानिक बनने और वैज्ञानिक के तौर पर अपनी पहचान बनाने के ज़्यादा बेहतर मौक़े हैं? विज्ञान के शिक्षकों के तौर पर हममें से कइयों के लिए भी ऐसी चर्चा में शामिल होने का या इसे संचालित करने का यह पहला मौक़ा हो सकता है। आप आई वंडर... के फरवरी 2024 के वेबिनार 'Dorothy Andersen: An Unsung Hero' की रिकॉर्डिंग आगे दी गई लिंक पर मुफ्त में देख सकते हैं -<https://www.youtube.com/watch?v=GkKhdz8Wbe8>। यह वेबिनार इस चर्चा में भूमिका की तैयारी करने में मददगार साबित हो सकता है।
- लोवेल वेधशाला बनाने के लिए लोवेल ने अपनी निजी सम्पत्ति का इस्तेमाल किया था और अपनी अधिकांश ज़ायदाद इसके नाम कर दी थी। यह उस समय की अद्वितीय वेधशालाओं में शुमार थी। यह पहलू कितना अहम है इसका अन्दाज़ा हम इस बात से लगा सकते हैं कि जब लोवेल की सम्पत्ति वेधशाला की पहुँच से दूर हो गई थी, तो 11 साल तक प्लूटो की खोज को रोक दिया गया था। **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो आप उनसे पूछ सकते हैं कि इस बात का लोवेल के शोध की प्रकृति से क्या तात्लुक हो सकता है। आप चर्चा के लिए इनमें से कुछ सवालों का इस्तेमाल कर सकते हैं : ऐसे सवाल का जवाब देने के लिए किसी खगोलशास्त्री को किस तरह की चीज़ों की ज़रूरत पड़ेगी? क्या विज्ञान के

सभी सवालों के जवाब ढूँढ़ने के लिए इस तरह के वित्तीय समर्थन की ही जरूरत होती है? क्या आप ऐसे एक-दो सवाल सोच सकते हैं, जिनके जवाब साधारण, कम लागत की और आसानी से उपलब्ध सामग्रियों का इस्तेमाल करके ढूँढ़ा जा सकता है? आप इसे इस सूची में शामिल अगले पहलू से भी जोड़ सकते हैं!

- बृहस्पति की सतह पर निशानों का अवलोकन करने के लिए टॉमबॉ इतने दृढ़निश्चयी थे कि उन्होंने अपनी खुद की दूरबीनें बनाईं। उन्होंने इसके लिए शीशों और लेंसों को खुद से घिसा, पॉलिश किया और आकार दिया। और इसे सहारा देने के लिए ऑटोमोबाइल के बेकार पड़े हिस्सों और कृषि के उपकरणों का इस्तेमाल किया। उनके पास इनमें से किसी भी काम को करने का कोई औपचारिक प्रशिक्षण नहीं था! **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल** : अगर आपके विद्यार्थियों को अपने आप से एक वैज्ञानिक मॉडल या उपकरण 'बनाने' का मौका मिला हो, तो आप उन्हें उनका अनुभव साझा करने के लिए आमंत्रित कर सकते हैं। इस चर्चा के लिए आप इनमें से कुछ सवालों का इस्तेमाल कर सकते हैं : आपने क्या बनाया? आपको अपने सहपाठियों/शिक्षक से किस किस की सहायता की जरूरत पड़ी? आपने इस उपकरण को किस काम में लिया? इस अनुभव से आपने क्या सीखा? क्या आपको इसमें मज़ा आया? विद्यार्थियों को ऐसे और अवसर प्रदान करने के लिए, आप नीचे दिए गए शीर्षक वाले लेखों को सन्दर्भ के तौर पर इस्तेमाल कर सकते हैं :

(1) आई वंडर... के इसी अंक (दिसम्बर 2024) में प्रकाशित लेख "मॉडल निर्माण का शिक्षणशास्त्र : पिनहोल कैमरा"। इस लेख में शिव पाण्डे (एक शिक्षक) ने विद्यार्थियों को उनके खुद के पिनहोल कैमरे बनाने के लिए आमंत्रित करने का अपना अनुभव साझा किया है।

(2) आई वंडर...के इसी अंक (दिसम्बर 2024) में प्रकाशित लेख 'बिना प्रयोगशाला विज्ञान करना'। इस लेख में सतीश भास्कर (एक शिक्षक-प्रशिक्षक) अपने अवलोकन साझा करते हैं कि किस तरह से विद्यार्थियों को 'कबाड़ से जुगाड़' का मौका देने पर उन्हें बेकार पड़ी चीज़ों से नई चीज़ें बनाने का प्रयोग करने का प्रोत्साहन मिलता है।

(3) आई वंडर... के जून 2023 के अंक में प्रकाशित लेख 'स्व-निर्मित उपकरणों के साथ दिन के समय खगोलविज्ञान'। इस लेख में, प्रज्वल शास्त्री (एक खगोलशास्त्री) बताती हैं कि किस तरह से विद्यार्थी दिन के आकाश में खगोलीय पिण्डों का अवलोकन करने के लिए अपने खुद के जादुई दर्पण और बाहर लगाए जा सकने वाले सोलर बॉल प्रोजेक्टर बना सकते हैं।

- डॉक्टर स्लिफर ने टॉमबॉ के बनाए हुए बृहस्पति के कुछ चित्र देखे और उन्हें लोवेल वेधशाला में एक खगोलशास्त्री के रूप में काम करने का मौका दिया। टॉमबॉ ने उस समय केवल हाई स्कूल की डिग्री पूरी की थी! **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल** : अगर आपके विद्यार्थी इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो उन्हें उनकी आस-पास की दुनिया की किसी वस्तु या विशेषता का चित्र बनाकर उनके अवलोकनों को दर्ज़ करने के लिए प्रोत्साहित करें। उन्हें कोई ऐसा विषय चुनने के लिए आमंत्रित करें, जो विज्ञान में उनके अध्ययन से सम्बन्धित हो। आप उन्हें सोचने के लिए प्रेरित करने के लिए इस सवाल का इस्तेमाल कर सकते हैं : इस वस्तु या विशेषता में ऐसा क्या है जिसके बारे में विज्ञान की कक्षा में चर्चा करना दिलचस्प होगा? उनके चित्रों को कक्षा में प्रदर्शित करें। हरेक चित्र को एक संख्या दें। प्रदर्शित चित्रों को देखने के लिए विद्यार्थियों को पर्याप्त समय दें। हरेक चित्र में कौन-सी वस्तु या विशेषता को दिखाया गया है, उनसे यह अन्दाज़ा लगाने के लिए कहें। इसके बाद हरेक विद्यार्थी को कक्षा के सामने उनके चित्र के विषय के बारे में बोलने के लिए आमंत्रित करें। प्रत्येक प्रस्तुतीकरण के बाद, विद्यार्थियों से पूछें कि उनमें से कितनों ने चित्र के विषय का सही अन्दाज़ा लगाया था। आप चर्चा के लिए इनमें से कुछ सवालों का इस्तेमाल कर सकते हैं : किसी चित्र के विषय का ज़्यादा सटीक अन्दाज़ा लगाने के लिए आपको चित्र में कौन-सी चीज़ें नज़र आनी चाहिए? क्या किसी भी चित्र ने ऐसा कुछ देखने में आपकी मदद की, जिस पर आपने पहले ध्यान नहीं दिया था? अपने अवलोकनों को चित्रों के रूप में बनाने की

प्रक्रिया में आपको कितना आसान लगा या कितना कठिन लगा? क्या आपने जो देखा और जिस तरह से देखा उस पर इसका कोई असर पड़ा? आपके अनुसार विज्ञान में चित्रों का क्या महत्त्व है? टॉमबॉ के चित्रों में स्लिफ़र को कौन-से वैज्ञानिक जैसे कौशल नज़र आए होंगे?

- टॉमबॉ ने प्लूटो का पहला अवलोकन फरवरी, 1930 में किया। लोवेल वेधशाला लगभग 24 साल से इसी प्रमाण की तलाश कर रही थी। इसका सबसे तत्काल प्रभाव यह पड़ा कि वेधशाला में काम करने वाले सभी कर्मचारी इस अवलोकन की सत्यता की जाँच में जुट गए। उन्होंने इस खोज की घोषणा एक महीने के बाद ही की थी। **विद्यार्थियों के सोचने-विचारने के लिए सवाल :** अगर आपके विद्यार्थी इस पहलू में रुचि दिखाते हैं, तो उनसे कल्पना करने को कहें : अगर आप टॉमबॉ की जगह पर होते या फिर उस टीम में शामिल रहे होते, तो आपको वह महीना कैसा लगता? इस अवलोकन की सत्यता की जाँच किया जाना इतना ज़रूरी क्यों था? आपके अनुसार सत्यापन की इस प्रक्रिया में क्या-क्या शामिल रहा होगा? क्या होता अगर लोवेल वेधशाला की टीम टॉमबॉ द्वारा यह अवलोकन करते ही इसे सार्वजनिक कर देती और यह अवलोकन गलत साबित होता? हमने देखा है कि वैज्ञानिक खोजें पथर की लकीर नहीं होतीं और उनमें संशोधन होते रहे हैं। हमने जिस तरह के संशोधन की बात की थी, यह उससे कैसे अलग है?

हमने यह कहानी खासकर के स्कूल के उन शिक्षकों के लिए लिखी है, जो अपने विद्यार्थियों को सौर मण्डल के बारे में बताने की तैयारी कर रहे हैं। प्लूटो ने उन 76 सालों के दौरान जब उसे एक ग्रह माना जाता था, हममें से कइयों पर छाप छोड़ी है। ऐसा हो सकता है कि आपके विद्यार्थी आपसे यह सवाल करें कि उनकी पाठ्यपुस्तक में इस 'अवनति' के बारे में इतने भावहीन तरीके से केवल तथ्यात्मक ढंग से क्यों बताया गया है। हम आशा करते हैं कि यह कहानी उनके सवालों का जवाब इस तरह से देने में आपकी मदद करेगी कि वह इन्सानी प्रयास के तौर पर विज्ञान के प्रति कौतूहल भी पैदा करे। हम चाहेंगे कि आप इस कहानी के उन हिस्सों को चुनें और उन्हें उन तरीकों से अपने विद्यार्थियों को सुनाएँ, जो उनके लिए सबसे ज़्यादा दिलचस्प हों।

अगर आप इस मार्गदर्शिका में दिए गए चित्रों के बारे में जानने को उत्सुक हैं, तो उनके विवरण कुछ इस प्रकार हैं :

चित्र (क) : लोवेल वेधशाला में आसमान का अवलोकन करने के लिए लोवेल 24 इंच की दूरबीन का इस्तेमाल करते हुए। टॉमबॉ ने भी प्लूटो की तस्वीर लेने के लिए इसी दूरबीन का इस्तेमाल किया। दोनों घण्टों शायद इसी तरह से बैठे रहते थे।

Credits: Lowell Observatory, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Percival_Lowell_observing_Venus_from_the_Lowell_Observatory_in_1914.jpg. License: Public Domain.

चित्र (ख) : एलिजाबेथ लैंगडन विलियम्स की हमारे पास उपलब्ध शायद इकलौती तस्वीर। उनकी टीम की अन्य महिलाएँ कौन थीं?

Credits- Lowell Observatory, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elizabeth_Langdon_Williams.jpg. License: Public Domain.