

आई वंडर....

रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस

पेज 54

बिना प्रयोगशाला विज्ञान करना



सम्पादन समिति

चित्रा रवि

(सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : chitra.ravi@apu.edu.in

राधा गोपालन

(सलाहकार सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : radha.gopalan@
azimpremjifoundation.org

विजेता रघुराम

(सह-सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : vijetaraghuram@gmail.com

अमोल आनन्दराव काटे

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन,
पाडिव रोड, ग्राम मांडवा, सिरोंही, राजस्थान
ई-मेल : amol.kate@
azimpremjifoundation.org

मूर्ति ओवीएसएन

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : murthy.ovsn@apu.edu.in

सुशील जोशी

द्वारा आई वंडर...
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन
रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : rusushil@yahoo.com

आनन्द नारायणन

भारतीय अन्तरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी
संस्थान (आईआईएसटी),
वलीमाला रोड, तिरुवनन्तपुरम, केरल
ई-मेल : anand@iist.ac.in

राकेश तिवारी

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन,
सी-101, मन्दिर मार्ग, अशोक कुन्ज,
अशोक नगर, राँची, झारखण्ड
ई-मेल : rakesh.tewary@
azimpremjifoundation.org

वेंकट नाग विनय सूरम

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन,
#190, गाँधी बाज़ार, बसवनगुड़ी,
बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : vinay.suram@
azimpremjifoundation.org

हृदय कान्त दीवान

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : hardy@azimpremjifoundation.org

सौरभ सोम

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
खसरा नम्बर 40 और 51, भोपाल-विदिशा
बायपास रोड, ग्राम कान्हासैया तहसील हुजूर,
भोपाल, मध्य प्रदेश
ई-मेल : saurav.shome@
azimpremjifoundation.org

यास्मीन जयतीर्थ

द्वारा आई वंडर...
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन
रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु कर्नाटक
ई-मेल : yasmin.cfi@gmail.com

मधुकर एस. पुट्टी

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : madhukara.putty@apu.edu.in

शिव पाण्डेय

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन,
वार्ड नम्बर 3, चन्दन नगर डाकघर,
दिनेशपुर, उधम सिंह नगर, उत्तराखण्ड
ई-मेल : shiv.pandey@azimpremjifoundation.org

मुख्य संचार अधिकारी एवं प्रबन्ध सम्पादक : सुधीश वेंकटेश

प्रकाशन टीम : मीरा प्रभु, शाहनाज़ बेगम, लोकराम वी. जी., सम्बित महापात्रा

अनुवाद अंक सम्पादक : मधुकर एस. पुट्टी (कन्नड़) एवं राजेश उत्साही (हिन्दी)

हिन्दी अनुवाद : एकलव्य फ़ाउण्डेशन। समन्वय : प्रतिका गुप्ता

चित्र एवं कलापक्ष : विद्या कमलेश

डिज़ाइनर : एमएपी सिस्टम्स, उपकार चैम्बर्स, 34/1, राष्ट्रीय विद्यालय रोड, बसवनगुड़ी, बेंगलूरु, कर्नाटक

हिन्दी अंक लेआउट एवं मुद्रक : आदर्श प्रा.लि.भोपाल, मध्य प्रदेश

प्रकाशन कार्यालय : अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु 562125

ई-मेल : publications@apu.edu.in

वेबसाइट : www.azimpremjiuniversity.edu.in

हमारे बारे में

आई वंडर... अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय का प्रकाशन है। हमारा मुख्य उद्देश्य ऐसे लेख और कक्षा संसाधन प्रकाशित करना है जो माध्यमिक चरण (कक्षा VI-VIII) में विज्ञान शिक्षकों और प्रारम्भिक चरण (कक्षा III-V) में पर्यावरण अध्ययन (EVS) शिक्षकों के शिक्षण अभ्यास में मदद करते हैं। हम ऐसे समालोचनात्मक परिप्रेक्ष्य और शिक्षाशास्त्रीय दृष्टिकोण प्रस्तुत करते हैं जो शालेय शिक्षा के इन चरणों में बच्चों के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (NCF-SE) 2023 द्वारा अनुशंसित व्यापक पाठ्यचर्या लक्ष्यों और दक्षताओं के साथ संरेखित हैं। हमारे लक्षित पाठकों में सरकारी स्कूलों के शिक्षक और अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के शिक्षक-प्रशिक्षक शामिल हैं।

यह मूल रूप से अंग्रेज़ी में प्रकाशित आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस अंक 11, दिसम्बर, 2024 के लेखों का हिन्दी अनुवाद है, जो मार्च, 2025 में प्रकाशित हुआ है।

इस अंक के बारे में :

आई वंडर... के दिसम्बर, 2024 अंक में आपका स्वागत है। इस अंक में प्रकाशित कोई भी लेख या अलग किए जा सकने वाले कक्षा संसाधन आपके कक्षा कार्य में सहायक हैं, तो हमें बताएँ कि कैसे। आई वंडर...के अगले अंक में आपके ऐसे अनुभव शामिल किए जाएँगे जो अन्य शिक्षकों के लिए मददगार हो सकते हैं।

- इस अंक पर अपनी प्रतिक्रिया साझा करें, हमें इस पते पर लिखें iwonder@apu.edu.in.
- इस अंक की अँग्रेजी सॉफ्ट कॉपी डाउनलोड करने के लिए इस लिंक पर आएँ : <https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder>. और हिन्दी कॉपी के लिए इस लिंक पर : <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/>
- अपने लेख आदि भेजने के लिए दिशानिर्देश हेतु इस अंक में पेज 98 पर हमारे लिए लिखें देखें।
- अपने प्रश्न या सुझाव साझा करने के लिए हमें iwonder@apu.edu.in पर लिखें।

चित्र सौजन्य:

मुख्य आवरण : एक मॉडल प्रस्तुत करती छात्राएँ, जिसे उन्होंने खुद बनाया है।

Credits: Prasad MD. License: CC-BY-NC-ND.

पिछला आवरण : विज्ञान करके देखो।

Credits: Alexas_Fotos. License: CC0.

कृपया ध्यान दें :

- इस अंक में व्यक्त सभी विचार और मत लेखकों के निजी हैं। अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय या अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन इनके लिए किसी भी रूप में जिम्मेदार नहीं है।
- हमारे लेखों का हवाला देने के लिए कृपया निम्नलिखित प्रारूप का उपयोग करें Author name (Year of publication). Name of article. i wonder... (Issue number): page numbers. ISSN 2582-1636. URL: Link from the university repository (<http://publications.azimpremjifoundation.org/view/divisions/fiel18=2E1/>).
- इस पत्रिका के सभी लेख इस लाइसेंस के तहत प्रकाशित हैं : Creative Commons-Attribution-Non Commercial 4.0 International License. हमारे लेखों को पुनः प्रकाशित करने से पहले कृपया हमें सूचित करें।

सम्पादकीय

इस अक्टूबर में, मुझे और मेरी सहकर्मीयों (राधा गोपालन तथा विजेता रघुराम) को मध्य प्रदेश के दमोह और भोपाल ज़िले के नौ सरकारी स्कूलों का दौरा करने का मौक़ा मिला।

यह एक मौक़ा था उन कई सारे शिक्षकों और शिक्षक-प्रशिक्षकों की कहानियाँ सुनने का जिन्हें निष्क्रिय बैठे रहना मंज़ूर नहीं है। उन्हें मंज़ूर नहीं है कि प्रशासन, नौकरशाही, संसाधनों व समय की कमी, सहकर्मीयों के निराशावादी रवैए, उनके काम के प्रति औरों के नकारात्मक नज़रिए, अपने जीवन की परिस्थितियाँ, शिक्षार्थी के रूप में अपने अनुभव, और/ या शिक्षक के रूप में उनके भय उन्हें अपने शिक्षण व सीखने पर नियंत्रण रखने से रोकें। उनके इस अस्वीकार की जड़ें इस बात में निहित हैं कि वे खुद अपना मूल्य और समाज में शिक्षक की भूमिका के महत्त्व को देख पा रहे हैं, उस पारदर्शिता के साथ जिसमें उन्होंने अपने सहकर्मीयों के साथ अपनी विफलताओं को साझा किया। अपनी कक्षाओं में कुछ नया करने की उनकी इच्छा बलवती है। ये कहानियाँ अकसर बाहरी विद्रोह के ताप के बारे में कम बल्कि उनके शान्त आन्तरिक प्रतिरोध के बारे में ज़्यादा थीं। उनमें एक दैनन्दिन गुणवत्ता थी। हर कहानी अलग थी। फिर भी, सारी कहानियाँ अपने शैक्षणिक अभ्यास में निखरते विज्ञान शिक्षकों की थीं।

इस तरह के विकास में कौन-से कारक सहायक होते हैं? मैं दो कारकों के बारे में सोच सकती हूँ जो अभ्यास के विभिन्न सन्दर्भों में विज्ञान शिक्षकों के लिए साझा हो सकते हैं। इनमें से एक उस प्रकार के प्रश्न हो सकते हैं जो हमारे भीतर मौजूद हैं। जैसे कि : हम पाठ्यपुस्तकों में दी गई अवधारणाओं में अपने विद्यार्थियों की जिज्ञासा और रुचि कैसे जगाएँ? कक्षा में वे जो कुछ सीखते हैं उसे उनके रोज़मर्रा के अनुभवों से कैसे जोड़ें? विद्यार्थी विज्ञान कक्षा में अभ्यास किए गए कौशल का वास्तविक दुनिया की समस्याओं को समझने-बुझने के लिए कितने प्रभावी ढंग से उपयोग कर सकते हैं? क्या विज्ञान की प्रक्रिया उन्हें उन सम्भावनाओं के लिए खोल सकती है जो अभ्यास समुदाय प्रदान करते हैं? क्या यह उन्हें यह समझने में मदद कर सकता है कि आज हम अपनी दुनिया के बारे में जो कुछ भी जानते हैं वह कई लोगों के प्रयासों से उस ज्ञान के आधार पर विकसित हुआ है जो हम कल जानते थे? क्या विज्ञान अधिक स्पष्ट रूप से सोचने, अधिक गहराई से महसूस करने और अधिक साहस और ध्यान के साथ अपने को अभिव्यक्त करने में विद्यार्थियों की मदद कर सकता है? क्या यह उन्हें प्राकृतिक संसार के प्रति जिज्ञासा और उसके साथ जुड़ाव खोजने में मदद कर सकता है जो जीवन भर उनके साथ बना रहे? दूसरा कारक उस समुदाय से सीखने की क्षमता हो सकती है जिसका हम हिस्सा हैं। इस समुदाय में ऐसे शिक्षक शामिल हैं जो हमारे प्रश्नों को साझा करते हैं और जानते हैं कि वे हमारे लिए क्यों महत्त्वपूर्ण हैं। वे इस बात को अधिक समझ सकते हैं कि इन प्रश्नों का यह तकाज़ा क्यों है कि अपने विद्यार्थियों और पाठ्यक्रम से जुड़ने के हमारे तरीके को बदलने के लिए छोटे-छोटे क़दम उठाने के लिए धैर्य और आत्मविश्वास की ज़रूरत है। वे ऐसे लोग हैं जो हमारे संघर्षों और हमारे अनुभव से सबसे अधिक सीख सकते हैं। और वे ऐसे लोग भी हैं जिनके अनुभवों और संघर्षों से हम सबसे अधिक सीख सकते हैं। इस मुद्दे से जुड़े ऐसे कई अनुभव हैं। मैं तीन का खासतौर पर जिक्र करना चाहूँगी। नरेश कुमार सेन बताते हैं कि वैज्ञानिकों की जीवनी लिखने में अपने विद्यार्थियों को शामिल करने का उनका निर्णय इस बात से प्रेरित था कि वे अपनी वास्तविक दुनिया में प्रोजेक्ट-केन्द्रित दृष्टिकोण के तत्वों का कितनी प्रभावशीलता से उपयोग करते हैं। अनीश मोकाशी और श्रीजा वेलायुधन हमें बताते हैं कि कक्षा में उसैन बोल्ट के रिकॉर्ड तोड़ फ़र्टा दौड़ का वीडियो चलाने के उनके निर्णय ने कैसे रैखिक गति में औपचारिक अवधारणाओं के साथ अधिक सक्रिय रूप से जुड़ने में उनके विद्यार्थियों की मदद की। और शिव पाण्डे बताते हैं कि उनके द्वारा चुने गए प्रश्नों ने उनके विद्यार्थियों को एक सस्ता पिनहोल कैमरा बनाने और उसमें हेर-फेर करने के अपने अनुभव के बारे में अधिक रचनात्मक और आलोचनात्मक रूप से सोचने के लिए प्रेरित किया।

क्या आप माध्यमिक स्तर (कक्षा-6 से 8) के विद्यार्थियों को विज्ञान पढ़ाते हैं? एक शिक्षक के रूप में आपके शिक्षण अभ्यास के विकास में कौन-से कारक सहायक हैं? किस तरह के प्रश्न इसे प्रेरित करते हैं? अन्य शिक्षक इसमें क्या योगदान देते हैं? आपके विकास ने आपकी कक्षा में शिक्षण को कैसे बदला है? और इसने आपके विद्यार्थियों के सीखने को कैसे बदला है? हमारे साथ अपना अनुभव साझा करें।

चित्रा रवि

सम्पादक

अनुवाद : सुबोध जोशी पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



इस अंक में

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं



4 मॉडल निर्माण का शिक्षणशास्त्र :
पिनहोल कैमरा

शिव पाण्डेय

कक्षा संसाधन

गतिविधि शीट : अपना पिनहोल कैमरा बनाएँ



13 सरल रेखा में गति का अर्थ समझने
के लिए खेलों का उपयोग

अनीश मोकाशी और श्रीजा वेलायुधन

कक्षा संसाधन

रेखिक गति से सम्बन्धित अवधारणाएँ सिखाने
के लिए सुझाव



23 वैज्ञानिकों के जीवन को जानने का
प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीका

नरेश कुमार सेन

कक्षा संसाधन

गतिविधि शीट : ये वैज्ञानिक कौन हैं?

संसाधन समीक्षा



29 वे सब जो साँस लेते हैं:
शिकारी पक्षी क्यों महत्वपूर्ण हैं ?

डेबोराह दत्ता

कक्षा संसाधन

गतिविधि शीट I : आपके आकाश में चीलें
गतिविधि शीट II : अन्य शिकारी पक्षियों से मिलें
शिक्षक मार्गदर्शिका : गतिविधि शीट I और II

इतिहास के झरोखे से



41 76 साल तक
प्लूटो एक ग्रह क्यों था ?

मधुकर पुट्टी और चित्रा रवि

कक्षा संसाधन

शिक्षक मार्गदर्शिका : प्लूटो, कक्षा में

परिप्रेक्ष्य



54

बिना प्रयोगशाला विज्ञान करना
सतीश भास्कर



59

अलग-अलग तरीकों से
सवाल पूछने के लिए कहने का महत्त्व
उदय मैत्रा

कक्षा संसाधन

गतिविधि शीट : वैज्ञानिक सवाल पूछना

शिक्षक मार्गदर्शिका : वैज्ञानिक सवाल पूछना



68

कक्षा शिक्षण में
NCF-SE की भूमिका

राकेश तिवारी और विनय सूरम

आपके आँगन में जीवन



74

आस-पास के पक्षियों
का अवलोकन : ध्यानमग्न बगुला

हेमल नाइक

कक्षा संसाधन

गतिविधि शीट I : मछुआरे पक्षियों को देखें

गतिविधि शीट II : आस-पास के पक्षियों में हुए बदलावों
का दस्तावेज़ीकरण

गतिविधि शीट III : बर्डबाथ बनाएँ : पक्षियों को नहाने के
लिए बुलाएँ

शिक्षक मार्गदर्शिका : गतिविधि शीट I, II और III

पूछें एक सवाल



93

रात को रात ही रहने दो
अमोल आनन्दराव काटे

मॉडल निर्माण

का शिक्षणशास्त्र : पिन्होल कैमरा

शिव पाण्डेय

जब बच्चे खुद से सरल वैज्ञानिक उपकरणों के मॉडल बनाते हैं तो वे क्या-क्या सीखते हैं? क्या बच्चों द्वारा मॉडल निर्माण के अनुभवों को उनमें अधिक गहराई से खोजबीन करने और उस पर चर्चा हेतु प्रोत्साहित करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है? इस प्रक्रिया में शिक्षक की क्या भूमिका होगी?

कक्षा में विद्यार्थियों को वैज्ञानिक उपकरणों के सरल मॉडलों का खुद से 'निर्माण' करने के लिए आमंत्रित करने के कई फ़ायदे हैं। इन मॉडलों को बनाते हुए, और यह विश्लेषण करते हुए कि ये क्यों और कैसे काम करते हैं, विद्यार्थियों को एक वैज्ञानिक की तरह सोच-विचार करने का मौका मिलता है। इन मॉडलों को बनाने के लिए सस्ती, बच्चों के परिवेश में आसानी से मिलने वाली सामग्री का इस्तेमाल करने से विद्यार्थियों की रचनात्मकता को बढ़ावा मिलता है। साथ ही उनमें, अपने मॉडल में बार-बार सुधार कर पाने और असफलताओं से सीखने की क्षमताएँ बेहतर होती हैं। विज्ञान के किसी मॉडल के अलग-अलग घटकों के काम को समझने एवं विभिन्न परिवर्तनशील कारकों को नियंत्रित करने की गतिविधियाँ करने पर विद्यार्थी उस मॉडल से जुड़ी वैज्ञानिक अवधारणाओं की

गहराई से समझ बना पाते हैं। मॉडल निर्माण करने के अनुभव से विद्यार्थियों को विज्ञान के कई महत्वपूर्ण कौशल विकसित करने में भी मदद मिल सकती है। जैसे कि किसी मॉडल की डिज़ाइन में तब्दीली करने या उसके किसी घटक के कार्य को समझने या उसकी कार्य क्षमता बढ़ाने हेतु उसे किसी और चीज़ से प्रतिस्थापित करने की क्षमता, विभिन्न परिवर्तनशील कारकों के बीच परस्पर सम्बन्धों एवं कारण-एवं-प्रभाव को समझने की क्षमता और अपने निष्कर्षों की सीमाओं की पहचान कर पाने की क्षमता आदि। मॉडल निर्माण के ऐसे अनुभव से हासिल, अवधारणात्मक समझ और कौशल को विद्यार्थी ज़्यादा लम्बे समय तक याद रखते हैं। इस तरह के मौके नियमित रूप से मिलते रहें तो ये विद्यार्थियों को खुद से सीखने वाले स्वतंत्र शिक्षार्थी के रूप में विकसित होने में मदद कर सकते हैं।

कक्षा में मॉडल निर्माण करने के ऐसे अनुभवों को प्रोत्साहित करने के उद्देश्य से ही माध्यमिक स्तर की विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में पाठ्यचर्या में शामिल विभिन्न अवधारणाओं की पुख्ता समझ बनाने हेतु सम्बन्धित उपकरणों के साथ प्रयोगों और मॉडलों के निर्माण के लिए चरण-दर-चरण प्रक्रियाएँ दी गई हैं। शिक्षक अक्सर अपने विद्यार्थियों से अपेक्षा करते हैं कि वे इन प्रक्रियाओं को खुद पढ़ेंगे, समझेंगे और उनका जहाँ तक हो सके सटीक रूप

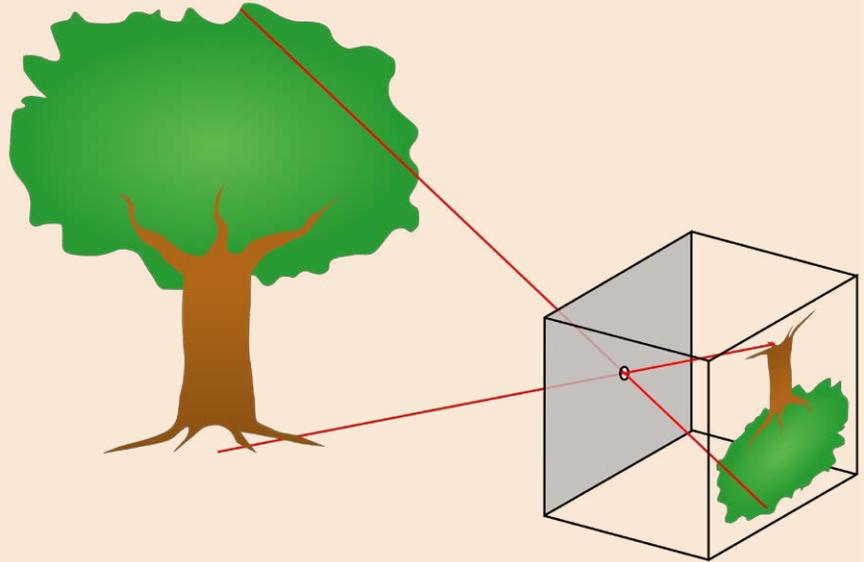
से पालन करते हुए मॉडल निर्माण करेंगे। विद्यार्थी इस तरह के बँधे-बँधाए दोहराव से कुछ तकनीकी दक्षता और वैचारिक समझ तो विकसित कर सकते हैं पर उन्हें अपनी रचनात्मक और समालोचनात्मक सोच के कौशल का इस्तेमाल करने और उसे विकसित करने का मौका भी मिलना चाहिए। विज्ञान की कक्षा में मॉडल निर्माण के अनुभव को अधिक असरदार बनाने के लिए शिक्षकों को चाहिए कि :

- (क) विद्यार्थियों को पाठ्यपुस्तक में मॉडल निर्माण हेतु दी गई प्रक्रियाओं, सामग्री एवं चरणों को अपनी रचनात्मक सोच का इस्तेमाल करके अपने आस-पास उपलब्ध उचित सामग्री द्वारा बदलने एवं बनाने के लिए प्रोत्साहित करें।
- (ख) विद्यार्थियों को उनके मॉडलों के साथ खेलने और खुद से इसे काम में लेने दें जिससे कि वे अपने अवलोकनों को आधार बनाकर उनकी कार्य प्रणाली

बॉक्स-1 : कक्षा-6 की पाठ्यचर्या में पिनहोल कैमरे

पिनहोल कैमरा, प्रकाश और दृष्टि से सम्बन्धित (optical – ऑप्टिकल) उपकरण है, जो दर्पण या लेंस का इस्तेमाल किए बिना छवि बनाता है। अपने सबसे आम रूप में यह ऐसा खोखला बॉक्स होता है जिसमें प्रकाश नहीं जा सकता है, इसके एक तरफ छोटा एपर्चर (पिनहोल) और दूसरी तरफ एक पारभासी (translucent) परदा होता है। जब विद्यार्थी बॉक्स के एपर्चर वाले हिस्से को किसी प्रकाशित चीज की तरफ करते हैं, तो उन्हें परदे पर उस चीज की वास्तविक लेकिन उलटी छवि बनी दिखाई देती है (चित्र-1 देखें)।¹

पिनहोल कैमरे का निर्माण कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2023-2024) के अध्याय 8 (प्रकाश, छाया और प्रतिबिम्ब) में शामिल है।² यह अध्याय पारदर्शी माध्यम में प्रकाश के सीधी रेखा में यात्रा करने के गुण के बारे में है। इसे 'प्रकाश का सरल रेखीय प्रसार' (rectilinear propagation of light) कहा जाता है। इस गुण का इस्तेमाल करते हुए वास्तविक दुनिया की कई घटनाओं, जैसे ग्रहण और छाया बनने, को समझाया जा सकता है। इसे अब कक्षा-7 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-



चित्र-1 : पिनहोल कैमरे का सिद्धान्त। प्रकाशित वस्तु से रोशनी एक छोटे छेद के जरिए, एक अँधेरे बॉक्स में दाखिल होती है और छेद के सामने लगे परदे पर उस वस्तु का वास्तविक, उलटा और छोटा प्रतिबिम्ब बनाती है।

Credits: en>User:DrBob (original); en>User:Pbroks13 (redraw), Wikimedia Commons.

URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinhole-camera.svg>. License: Public Domain.

2025) के अध्याय 11 (प्रकाश) में दिया गया है।³

हालाँकि इस गुण को अक्सर ऐसे तथ्य के रूप में पढ़ाया जाता है जिसे विद्यार्थियों को याद कर लेना चाहिए, फिर भी 'शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा' (एनसीएफ-एसई–NCF-SE) 2023 की सिफारिश है कि : “...प्रकाश के सरल रेखीय प्रसार को बताना भर काफ़ी नहीं है... प्रकाश के सरल रेखीय प्रसार के उदाहरण को आगे ले

जाते हुए, विद्यार्थी इसे मोमबत्ती के सामने छोटे छेदों वाली कार्डबोर्ड शीट में मामूली बदलावों के जरिए, या कक्षा में बनाए पिनहोल कैमरा/पेरिस्कोप का इस्तेमाल करके देख सकते हैं।”^{4,5} कक्षा-7 में विज्ञान का इससे जुड़ा हुआ अधिगम का प्रतिफल इस प्रकार है : “विद्यार्थी अपने आस-पास की सामग्रियों का इस्तेमाल करके मॉडलों को बनाते हैं और उनके काम करने के तरीके को समझाते हैं, जैसे कि पिनहोल कैमरा, पेरिस्कोप, इलैक्ट्रिक टॉर्च आदि।”⁶

एवं वैज्ञानिक सिद्धान्तों को समझ पाएँ।

(ग) विद्यार्थियों ने क्या देखा-समझा और क्या निष्कर्ष निकाले, इसकी परख करते हुए सवाल पूछें ताकि उन्हें पुनः सोचने एवं नई खोजबीन की ओर ले जाया जा सके।

पाठ्यपुस्तकों में मॉडल निर्माण हेतु दी हुई कुछ प्रक्रियाएँ काफ़ी जटिल हो सकती हैं क्योंकि इनमें कई चरण और सावधानियाँ शामिल होती हैं। ऐसे में, विद्यार्थियों को अपने शिक्षकों से हर एक चरण में मार्गदर्शन और मदद की जरूरत पड़ती है। अगर शिक्षक खुद भी दी गई प्रक्रिया के मुताबिक काम करने की कोशिश करें, तो इसमें इतना समय, ऊर्जा और ध्यान लग सकता है कि वे विद्यार्थियों को मॉडल के अलग-अलग घटकों को हेर-फेर करके देखने और परिवर्तनकारी कारकों में बदलाव करते हुए प्रयोग करने के मौक़े ही नहीं दे पाएँगे। सृजनशील विज्ञान शिक्षक, मॉडल बनाने की प्रक्रिया और सामग्री की जरूरतों को सरल बनाकर इस समस्या का समाधान कर सकते हैं और अपने विद्यार्थियों का ध्यान शिक्षण योजना के सीखने-सिखाने के उद्देश्यों पर वापस ला सकते हैं। इसकी एक मिसाल कक्षा-6 की पाठ्यचर्या में 'पिनहोल कैमरा' बनाने की प्रक्रिया में देखी जा सकती है (बॉक्स-1 देखें)।

पिनहोल कैमरा बनाना

मैंने उधम सिंह नगर के एक राजकीय उच्च प्राथमिक स्कूल में कक्षा-6 के विद्यार्थियों से अपने खुद के पिनहोल कैमरा बनवाने और उनमें प्रायोगिक बदलाव करने के लिए उनके साथ काम किया (देखें गतिविधि शीट : अपना पिनहोल कैमरा बनाएँ)। मैंने जिन शिक्षण प्रक्रियाओं का इस्तेमाल किया, वह इस प्रकार हैं :

चरण 1 : मैंने गतिविधि की शुरुआत विद्यार्थियों को एक पिनहोल कैमरा दिखाकर की। इसे मैंने कागज़ के एक डिस्पोज़ेबल कप और बटर पेपर के एक छोटे-से टुकड़े

का इस्तेमाल करके बनाया था। बटर पेपर सिर्फ़ इतना बड़ा था कि कप के खुले सिरे को ढँक पाए। मैंने कप के बन्द सिरे यानी कि उसकी पेंदी में पिन से एक बारीक छेद किया, जिससे कि किसी प्रकाश स्रोत से आता प्रकाश इस छेद से कप में दाखिल हो पाए। बटर पेपर एक परदे की तरह काम करता था जिस पर उस प्रकाश स्रोत की छवि बनती थी। मैंने यह कैमरा विद्यार्थियों को दिया और यह देखने के लिए प्रोत्साहित किया कि क्या वे इसे बनाने के लिए जरूरी सामग्रियों की पहचान कर सकते हैं। जब उन्होंने सभी सामग्रियों के नाम बता दिए जिन्हें वे देख पा रहे थे तब मैंने एक मोमबत्ती जलाई, कैमरे की पिनहोल वाली सतह को लौ की ओर घुमाया, और विद्यार्थियों से कैमरे के परदे को देखने के लिए कहा। विद्यार्थियों ने कहा कि उन्हें मोमबत्ती की लौ की उलटी छवि परदे पर दिखाई दे रही है। फिर मैंने कैमरे के घटकों, जैसे बटर पेपर और कप को अलग-अलग किया और विद्यार्थियों को इसका हर हिस्सा दिखाया। इस अभ्यास का मुख्य उद्देश्य विद्यार्थियों को यह समझाना था कि पिनहोल कैमरे में प्रकाश को छनकर आने के लिए पिनहोल वाली किसी भी अपारदर्शी (opaque) सतह का इस्तेमाल किया जा सकता है, और किसी प्रकाशित वस्तु की छवि को प्रक्षेपित करने के लिए किसी भी पारभासी (translucent) सतह का परदे की तरह इस्तेमाल किया जा सकता है।

चरण 2 : जब विद्यार्थियों ने खुद के कैमरे बनाने की इच्छा जताई, तो मैंने उन्हें शिक्षक की मेज़ पर रखे बॉक्स से इसे बनाने की सामग्री लेने के लिए बुलाया। बॉक्स में कागज़ के कप, कटर, बटर पेपर के टुकड़े, गोंद, टेप आदि रखे थे। जब विद्यार्थी इन सामग्रियों के साथ अपनी-अपनी बेंच-डेस्क पर लौटे, और अपने मॉडल के पुर्जे जोड़ना शुरू किया, तो मैं कक्षा में घूमकर उनके काम को देखने लगा।

कई विद्यार्थियों को बटर पेपर को कप के खुले सिरे पर चिपकाना मुश्किल लग रहा था क्योंकि ऐसा करते समय बटर पेपर में या तो

सलवटें रह जाती थीं, या वह फट जाता था। ऐसी स्थिति में मैंने उन्हें किसी दोस्त से इसे अच्छे से चिपकाने में मदद माँगने का सुझाव दिया। कुछ विद्यार्थियों ने सबसे पहले, बटर पेपर को कप पर लगाने के लिए रबरबैण्ड का इस्तेमाल किया। लेकिन हमने देखा कि परदे को इस तरह से लगाने के बाद, बार-बार इस्तेमाल होने पर उसमें सलवटें आ जाती हैं। तब मैंने विद्यार्थियों को सलाह दी कि वे बटर पेपर के टुकड़े के किनारों पर गोंद का इस्तेमाल करके इसे कप के मुँह पर अच्छे से चिपका दें। जब कक्षा के सभी विद्यार्थियों ने अपने-अपने कैमरे बना लिए तो मैंने उन्हें यह जाँचने के लिए कहा कि क्या उनके मॉडल काम करते हैं। मैंने शिक्षक की मेज़ पर एक मोमबत्ती जलाई। एक-एक करके विद्यार्थी अपने कैमरे मेज़ तक लाए और उसके परदे पर बनी छवि को देखा।

ज़्यादा गहराई से खोजबीन और चर्चा के लिए हौसला बढ़ाना

विद्यार्थियों के बनाए कैमरों में से जिन शुरुआती कैमरों को परखा गया, उनमें से एक ने धुँधली छवि बनाई। जिस विद्यार्थी ने इसे बनाया था, उसने किसी निर्देश के बिना ही मोमबत्ती से अपने कैमरे की दूरी को बदलना शुरू कर दिया – वह कैमरे को पहले लौ के थोड़ा करीब लाया, फिर थोड़ा दूर ले गया। इस प्रक्रिया के माध्यम से मामूली समायोजन के ज़रिए विद्यार्थी ने उस दूरी का पता लगाना सीख लिया, जिस पर उसकी छवि सबसे साफ़ (sharp) बन पा रही थी। एक अन्य विद्यार्थी ने इस खोजबीन में पाया कि कैमरे और लौ के बीच की दूरी बदलने से छवि का आकार भी बदल रहा है। फिर तो बाकी सभी विद्यार्थियों ने भी फ़ोकस करने की इस गतिविधि को अपने-अपने कैमरों से आजमाया। इन प्रयोगों के ज़रिए उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि कैमरे का छेद यानी एपर्चर (aperture) किसी प्रकाशित चीज़ के जितना करीब होगा, परदे पर उस चीज़ की छवि उतनी ही साफ़ होगी।

कुछ विद्यार्थियों को अपने कैमरे से लौ की साफ़ छवि हासिल करने में दूसरों से ज़्यादा

मुश्किल हुई। मैंने इन विद्यार्थियों से अपने सहपाठियों के कैमरे से अपने कैमरे की तुलना करने को कहा और पूछा कि क्या उन्हें अपने कैमरों की बनावट में कोई साफ़ फ़र्क़ दिख रहे हैं? हमने जो फ़र्क़ देखे, उनमें से एक फ़र्क़ उस छेद के आकार को लेकर था जिसके ज़रिए प्रकाश कैमरे के अन्दर आता है। कुछ विद्यार्थियों ने सुई के बजाय बॉलपॉइण्ट पेन की नोक से अपने कप के निचले हिस्से में बड़े आकार का छेद किया था। इससे विद्यार्थियों ने निष्कर्ष निकाला कि पिनहोल कैमरे में छेद का आकार जितना छोटा होगा, कैमरा उतनी ही साफ़ छवि बनाएगा। मेरा अगला सवाल था : अगर मैं उनके कैमरे की सतह पर बने बड़े छेद (जो बॉलपॉइण्ट पेन की नोक से बना था) के पास एक और छोटा छेद (पिन से) बनाऊँ तो मुझे परदे पर क्या दिखाई देगा? कुछ विद्यार्थियों ने इसे आजमाने का फ़ैसला किया और अपने कैमरे के परदे पर लौ की दो उलटी छवियाँ देखकर हैरान रह गए। इससे बाक़ी विद्यार्थियों की जिज्ञासा जगी, और उन्होंने फ़ौरन अपने-अपने कप के पेंदे में कई छेद करना शुरू कर दिया। इससे उनके कैमरे के पर्दों पर भी कई छवियाँ बनीं, और उन्होंने इन छवियों के बनने के पैटर्न और उनके अभिविन्यास की तुलना करते हुए कुछ बहुत ही रोमांचक लम्हे बिताए।

विद्यार्थियों का ध्यान उनके कैमरे से बनी छवियों की स्पष्टता पर वापस लाने के लिए, मैंने पूछा कि क्या कमरे में अँधेरा करने से इसमें बदलाव आएगा। चूँकि विद्यार्थियों को यह साफ़ नहीं था कि इसका क्या असर होगा, तो इसको आजमाने के लिए मैंने उनका हौसला बढ़ाया। जब हमने खिड़कियाँ बन्द कीं और कक्षा में रोशनी करने वाले एक मात्र बल्ब को बन्द किया, तो उनके कैमरे के पर्दों पर छवियाँ पहले से बहुत ज़्यादा साफ़ हो गईं। जब मैंने पूछा कि ऐसा क्यों हुआ, तो कुछ विद्यार्थियों का सोचना था कि कमरे में अँधेरा करने से कैमरे में दाख़िल होने वाली ज़्यादातर रोशनी लौ से ही आई होगी। मैंने याद दिलाया कि हमने



चित्र-2 : पिनहोल कैमरे के डिज़ाइन में बदलाव करते बच्चे।

Credits: Shiv Pandey. License: CC-BY-NC.

तो कप के पेंदे और दीवारों को काला करके ऐसा पहले ही सुनिश्चित कर लिया था। कुछ चर्चा के बाद विद्यार्थियों ने निष्कर्ष निकाला कि परदे पर वस्तु के अतिरिक्त हमारे आस-पास की जितनी कम रोशनी आएगी, उस पर बनने वाली छवि उतनी ही साफ़ होगी।

मैंने विद्यार्थियों से पूछा कि क्या हम कैमरे की डिज़ाइन में ऐसा बदलाव कर सकते हैं जिससे आस-पास के वातावरण से परदे पर कम रोशनी पड़े। एक विद्यार्थी ने परदे को काला करने का सुझाव दिया। मैंने सहमति जताई कि इससे हमारा मक़सद पूरा हो जाएगा। लेकिन, फिर मैंने पूछा कि इससे परदे पर बनने वाली लौ की छवि पर क्या असर पड़ेगा? विद्यार्थी समझ नहीं पा रहे थे कि इस सवाल का जवाब कैसे दिया जाए। सवाल को आसान बनाने के लिए मैंने पूछा कि क्या वे बता सकते हैं कि हम परदे के लिए बटर पेपर का इस्तेमाल क्यों कर रहे थे। क्या कैमरे के परदे को किसी दूसरी तरह की सामग्री से भी बनाया जा सकता है? जब इस पर भी चुप्पी रही, तो मैंने विद्यार्थियों से कोई दूसरी तरह की सामग्री सुझाने के लिए कहा जिसे हम परदे की तरह इस्तेमाल करने की कोशिश करके देखें। मेरी बस एक ही शर्त थी कि वह सामग्री सस्ती और आसानी से मिलने वाली होनी चाहिए। विद्यार्थियों ने अपने सुझाव देने शुरू किए और मैं उन्हें

कक्षा के बोर्ड पर लिखता गया। बच्चों ने बताया – तैलीय काग़ज़ (oiled paper), सादा सफ़ेद काग़ज़, कपड़ा और पॉलिथीन। मैंने इस सूची में काला किया हुआ काग़ज़ भी जोड़ा और सभी विद्यार्थियों को इनमें से हर विकल्प को आजमाने के लिए कहा। समूहों में काम करते हुए विद्यार्थियों ने कैमरे के पाँच अलग-अलग मॉडल बनाए। इन सभी मॉडलों को परखने पर उन्होंने पाया कि लौ की छवियाँ बटर पेपर और तैलीय काग़ज़ से बने परदे पर दिखाई दे रही थीं, लेकिन पॉलिथीन, सफ़ेद काग़ज़ और काले किए हुए तैलीय काग़ज़ से बने परदे पर नहीं दिख रही थीं। मैंने पूछा कि क्या वे जो देख रहे हैं उसे समझा सकते हैं। कुछ चर्चा के बाद विद्यार्थियों की राय बनी कि काले या अपारदर्शी परदे (जैसे कि जो सफ़ेद काग़ज़ से बना हुआ था) मोमबत्ती से रोशनी को हमारी आँखों तक पहुँचने से रोकते हैं। इसके विपरीत, पारदर्शी परदा (जैसे कि जो पॉलिथीन से बना था) पूरी रोशनी को अपने आर-पार गुज़र जाने देता है, जिससे लौ की छवि बन ही नहीं पाती है।

मैं चर्चा को फिर से उसी सवाल पर लाया, जिससे शुरुआत की थी : क्या हम कैमरे की डिज़ाइन में ऐसा बदलाव कर सकते हैं जिससे आस-पास के वातावरण से परदे पर कम रोशनी पड़े? एक विद्यार्थी ने परदे को काग़ज़ से बने गोल घेरे की आड़ देकर या

ऐसी ही किसी चीज़ से ढँकने का सुझाव दिया। बाक़ी विद्यार्थियों ने कहा कि ऐसी आड़ आस-पास की रोशनी को कम करने में मददगार हो सकती है, लेकिन यह परदे पर छवि को देखने में भी बाधा बनेगी। एक अन्य विद्यार्थी ने काले चार्ट पेपर की एक पट्टी को एक खोखले पाइप जैसी संरचना में रोल किया और पूछा कि क्या हम इसका इस्तेमाल परदे पर बनी छवि को देखने के लिए कर सकते हैं। एक तीसरे विद्यार्थी ने एक अन्य बदलाव के साथ काग़ज़ की आड़ का समर्थन किया और सुझाया कि हम परदे के चारों तरफ काग़ज़ की आड़ बनाकर उसमें एक छोटी खिड़की काट दें जिसके ज़रिए परदे को देख पाएँ। इन दोनों तब्दीलियों पर चर्चा हुई और इन्हें मिलाकर काम करने का फैसला लिया गया। इसके लिए हमने एक अन्य काग़ज़ के कप की बाहरी सतह को काला कर दिया और उसके पेंदे से काग़ज़ का एक छोटा टुकड़ा काट दिया और एक छोटी खिड़की बना दी। अब इस कप के मुँह को पिनहोल कैमरे के मुँह से चिपका दिया गया (चित्र-2 देखें)। जब विद्यार्थियों ने नए मॉडल को परखा, तो उन्होंने देखा कि कमरे में अँधेरा किए बिना भी इस कैमरे से बनाई

गई छवि उतनी ही साफ़ थी जितनी कि पुराने मॉडल के कैमरे से अँधेरे कमरे में बनाई गई छवि थी।

सत्र के अन्त में मैंने विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया कि वे अपने कैमरे घर ले जाएँ और अलग-अलग प्रकाशित चीज़ों, जैसे पेड़, जानवर, लोग, चाँद आदि की छवियों को देखने के लिए इनका इस्तेमाल करें।

चलते-चलते

मॉडल निर्माण के अनुभव विद्यार्थियों को विज्ञान की प्रक्रियाओं को करते हुए सीखने का मौक़ा देते हैं। मिसाल के तौर पर, शिक्षक चाहें तो विद्यार्थियों के अवलोकनों और पिनहोल कैमरा बनाने के अनुभवों को पाठ्यपुस्तक में शामिल कई महत्वपूर्ण अवधारणाओं जैसे कि प्रकाश के सरल रेखीय प्रसार (rectilinear propagation), वस्तुओं में से प्रकाश के गुज़रने की मात्रा के हिसाब से उनका पारदर्शी (transparent), पारभासी (translucent) और अपारदर्शी (opaque) में वर्गीकरण, विभिन्न प्रकार के कैमरों द्वारा प्रतिबिम्ब के बनने की क्रियाविधि और इन प्रतिबिम्बों के गुण के बारे में चर्चा कर सकते हैं। लेकिन

ऐसा करने के लिए विद्यार्थियों को स्कूली पाठ्यपुस्तक में दी गई जटिल प्रक्रियाओं को यंत्रवत अनुसरण करने के लिए कहना पर्याप्त नहीं होगा। इसके बजाय, शिक्षकों को अपनी रचनात्मकता का इस्तेमाल करके जहाँ तक हो सके कम और सस्ती सामग्री के साथ ऐसे सरल मॉडल बनवाने होंगे, जिन्हें विद्यार्थी शिक्षक की बहुत अधिक मदद या मार्गदर्शन के बिना खुद ही पुर्जा-पुर्जा अलग करके देख सकते हों और फिर से उसे जोड़कर बना सकते हों। शिक्षक ऐसे सवाल पूछने में भी अहम भूमिका अदा कर सकते हैं जिनसे इन मॉडलों की सामग्री, निर्माण और कार्यप्रणाली के साथ कुछ मौलिक प्रयोग करने के लिए विद्यार्थियों का हौसला बढ़ता हो। इससे विद्यार्थियों को विश्लेषणात्मक, तार्किक और समालोचनात्मक रूप से सोचने का कौशल विकसित करने का मौक़ा मिलेगा। मॉडल निर्माण करने के ऐसे अनुभव विद्यार्थियों को पाठ्यचर्या में शामिल वैज्ञानिक अवधारणाओं के साथ जुड़ाव बनाने से कहीं आगे जाकर, अपनी रचनात्मकता और जिज्ञासा के ज़रिए विज्ञान की प्रक्रिया से जुड़ने में मदद कर सकते हैं।

मुख्य बिन्दु

- वैज्ञानिक उपकरणों के सरल मॉडल बनाने से विद्यार्थियों को वैज्ञानिक प्रक्रिया से जुड़ने, विज्ञान के कौशल विकसित करने और इन उपकरणों से जुड़ी वैज्ञानिक अवधारणाओं के ज्ञान को लम्बे वक़्त तक याद रखने में मदद मिलती है।
- जब मॉडल बनाने के लिए पाठ्यपुस्तक में दी गई प्रक्रियाएँ जटिल और लम्बी हों, जैसे कि पिनहोल कैमरे को बनाना, तो शिक्षकों को ऐसी प्रक्रियाएँ अपनाने की ज़रूरत पड़ सकती है जिनमें कम चरण हों और उनमें ज़्यादा आसानी से मिलने वाली और सस्ती सामग्री का इस्तेमाल होता हो।
- विद्यार्थियों को किसी कार्यकारी मॉडल को खोलने, उसके पुर्जों को देखने-समझने, अपने खुद के मॉडल बनाने एवं उनको परखने, और अलग-अलग मानदण्डों के साथ तरह-तरह से प्रयोग करते हुए अपने मॉडल के डिज़ाइन को परिष्कृत करने का मौक़ा देने से उनमें विश्लेषणात्मक, तार्किक और समालोचनात्मक रूप से सोचने का कौशल विकसित करने में मदद मिल सकती है।
- शिक्षकों के लिए विद्यार्थियों से मॉडल के काम करने के तौर-तरीकों के पीछे के सिद्धान्तों के बारे में सवाल पूछना भी महत्वपूर्ण है। इससे विद्यार्थियों में ज़्यादा गहराई से पड़ताल करने, सोच-विचार करने और चर्चा करने का हौसला बढ़ता है।
- मॉडल निर्माण करने के ऐसे अनुभव विद्यार्थियों को पाठ्यचर्या में शामिल अवधारणाओं के साथ जुड़ाव बनाने से आगे बढ़कर, अपनी रचनात्मकता और जिज्ञासा के ज़रिए विज्ञान की प्रक्रिया से जुड़ने में मदद कर सकते हैं।



टिप्पणियाँ :

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में इस्तेमाल की गई छवि का स्रोत : Pinhole Leaves, Shelly, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/cat-sidh/36580062351/>. License: CC BY-NC-SA 2.0 Generic Deed.
2. पिनहोल कैमरों के कई डिजाइन इस तरह के हैं, जिनका इस्तेमाल सूरज या ग्रहण की ऐसी छवि को प्रक्षेपित करने के लिए किया जा सकता है जिसे देखना सुरक्षित हो। क्योंकि उनकी बनावट और इस्तेमाल इस प्रकार का है कि देखने वाले अपनी पीठ सूरज की तरफ रख सकते हैं। हालाँकि, इस लेख में बताए गए डिजाइन में देखने वालों को सूरज का सामना करना होगा और पिनहोल कैमरे के ज़रिए सूरज को देखना होगा। यह उनकी आँखों को नुकसान पहुँचा सकता है। विद्यार्थियों के साथ इस पर चर्चा करना और उन्हें याद दिलाना ज़रूरी है कि वे कभी भी सूरज को सीधे न देखें या किसी ऐसे उपकरण से भी नहीं देखें जो विशेष रूप से इस उद्देश्य के लिए डिजाइन नहीं किया गया है। इस हकीकत को भी ज़ोर देकर समझाना ज़रूरी है कि धूप का चश्मा, दूरबीन, टेलीस्कोप और पिनहोल कैमरे का यह डिजाइन सूरज से ज़रूरी सुरक्षा नहीं देते हैं। आप अपने विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि वे इस लेख में बताई गई डिजाइन को किस तरह से बदलेंगे जिससे सूरज को सुरक्षित रूप से देखा जा सके।
3. इस लेख में कक्षा में इस्तेमाल करने योग्य संसाधन शामिल है, जिसे लेख से अलग किया जा सकता है : **गतिविधि शीट : अपना पिनहोल कैमरा बनाएँ।**

References:

1. Khan Academy Labs. 'What is a pinhole camera? | Virtual Cameras | Computer animation | Khan Academy'. YouTube. Uploaded on: Apr 13, 2019. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jhBC39xZVnw>.
2. National Council of Educational Research and Training (2006, 2022). 'Chapter 8: Light, Shadows and Reflections'. Science Textbook for Class VI (Rationalised 2023-24): 86-94. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fesc1=8-16>.
3. National Council of Educational Research and Training (2007, 2022). 'Chapter 11: Light'. Science Textbook for Class VII (Reprint 2024-25): 123-141. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=11-13>.
4. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
5. ThinkTac. 'Light - Rectilinear Propagation | ThinkTac'. YouTube. Uploaded on Dec 30, 2020. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=3VIPST5-HA>.
6. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. April 2017. National Council of Educational Research and Training, Sri Aurobindo Marg, New Delhi. ISBN 978-93-5007-785-6. URL: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf>.



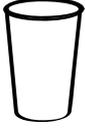
शिव पाण्डेय ने प्राणीविज्ञान में एमएससी, जीवन विज्ञान में एमफिल किया है और बीएड की डिग्री हासिल की है। 12 साल तक विज्ञान पढ़ाने के बाद वे टीचर एजुकएटर के रूप में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन से जुड़े हैं। उनके वर्तमान कार्य क्षेत्रों में विज्ञान मॉड्यूलों का विकास, पाठ्यपुस्तक समीक्षा, विज्ञान कार्यशालाएँ, शिक्षक प्रशिक्षण, राजकीय स्कूलों के विज्ञान शिक्षकों को कक्षा सम्बन्धी सहायता देना तथा सतत एवं व्यापक मूल्यांकन डिजाइन करना शामिल हैं। शिव उधम सिंह नगर के फ़िल्ड इंस्टीट्यूट में 'पाठ्यचर्या सामग्री निर्माण' और 'शिक्षक पेशेवर विकास' पर कोर्स भी पढ़ाते हैं। उनसे shiv.pandey@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** प्रतिका गुप्ता

मूल अँग्रेज़ी लेख के अनुवाद को लेखक **शिव पाण्डेय** ने सम्पादित एवं परिमार्जित किया है।

आपकी टिप्पणियाँ

आपको जरूरत होगी :



कागज़ का डिस्पोजेबल कप
(जैसा चाय, कॉफी, या फलों
का रस देने के लिए दुकानों पर
इस्तेमाल किया जाता है)



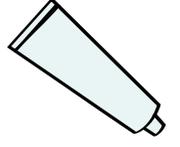
काला स्क्रैच पेन



सुई



माचिस



गोंद



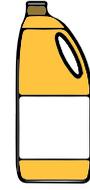
मोमबत्ती



कैंची



बटर पेपर या सफ़ेद
कागज़



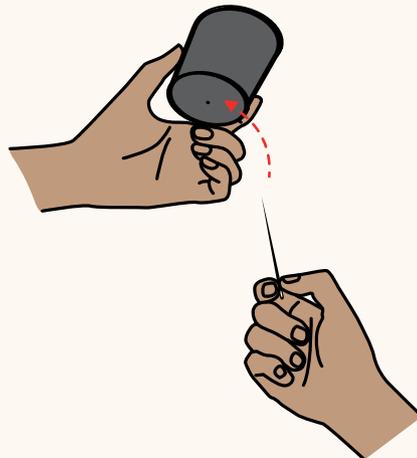
वनस्पति तेल

कैसे बनाएँ :

- कागज़ के कप को कैमरे का मुख्य भाग बनाने के लिए इस्तेमाल करें। स्क्रैच पेन का इस्तेमाल करके कप की बाहरी सतह और पेंदे को काला कर दें। इससे कप के अन्दर अँधेरा बना रहेगा।
- सुई से कप के पेंदे में एक छेद कर दें। यह सुई का छेद आपके कैमरे के एपर्चर (aperture) का काम करेगा।
- कप के खुले हुए सिरे पर बटर पेपर के एक वृत्ताकार टुकड़े को गोंद से चिपकाकर कप के मुँह को बन्द कर दें। बटर पेपर आपके कैमरे के परदे का काम करेगा। अगर आपके पास बटर पेपर नहीं है तो सफ़ेद कागज़ लें और उस पर वनस्पति तेल की 1-2 बूँद डालकर फैलाएँ जिससे कि वह पारभासी (translucent) हो जाए, फिर उसे वृत्ताकार काटकर चिपका दें।



1



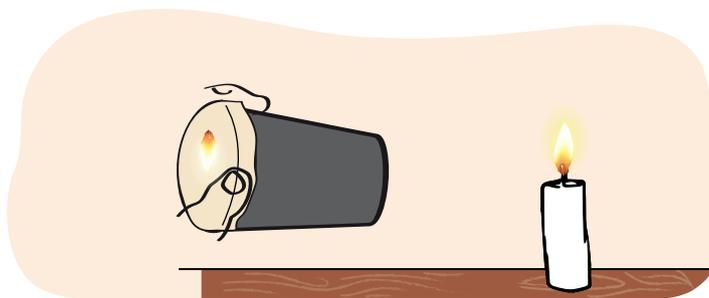
2



3

क्या करें :

सपाट सतह वाली मेज़ पर मोमबत्ती रखकर जलाएँ। अपने कैमरे के पिन के छेद (पिनहोल) वाले छोर को लों की तरफ़ करें। पारभासी परदे को देखें।



अवलोकन करें :

- आप परदे पर क्या देखते हैं? लों जैसी दिखती है और परदे पर उसकी जो छवि बनी है, दोनों में क्या फ़र्क़ है?
- कैमरे को मोमबत्ती के पास लाएँ और उससे दूर ले जाएँ। परदे पर बनी छवि में क्या बदलाव होता है?
- कितनी दूरी पर जाकर परदे पर बनी छवि मोमबत्ती की लों के आकार की हो जाती है? इस दूरी को मापें।
- किस दूरी पर छवि सबसे साफ़ या शार्प बनती है? इस दूरी को मापें।
- कमरे की खिड़कियों के परदे लगाकर, दरवाज़े बन्द करके, और किसी भी अन्य तरह की रोशनी को बन्द करके अँधेरा कर दें। परदे पर बनी छवि में क्या बदलाव होता है?
- एक पेन की नोक का इस्तेमाल करके कप के पेंदे में बने छेद को बड़ा कर दें। परदे पर बनी छवि में क्या बदलाव होता है?
- एक पिन का इस्तेमाल करके कप के पेंदे में दूसरा छेद बनाएँ। अब आप परदे पर क्या देखते हैं?

अपने सहपाठियों के साथ चर्चा करें :

- प्र.1. आपके कैमरे से परदे पर सबसे साफ़ छवि बनाने में कौन-से कारक मददगार हैं? क्या सबसे साफ़ छवि का आकार लों के वास्तविक आकार के बराबर है?
- प्र.2. आपको कैमरे के परदे के लिए पारभासी काग़ज़ की ज़रूरत क्यों है? क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि अगर इसकी जगह पारदर्शी पॉलिथीन शीट या अपारदर्शी कार्ड-पेपर के टुकड़े को लगाएँ तो क्या होगा? अपने अनुमान की जाँच कैसे करेंगे?
- प्र.3. आपके कैमरे की डिज़ाइन में किस तरह के बदलावों से छवि ज़्यादा साफ़ बनेगी?
- प्र.4. क्या आपका पिनहोल कैमरा, मोबाइल फ़ोन के कैमरे से अलग है? बताएँ कि ऐसा क्यों है।

सरल रेखा में गति का अर्थ समझने के लिए खेलों का उपयोग

अनीश मोकाशी और श्रीजा वेलायुधन

मिडिल स्कूल के विद्यार्थियों को रैखिक गति पर बने पाठ्यपुस्तक के अध्याय उबाऊ और अरुचिकर लग सकते हैं। इन अवधारणाओं में विद्यार्थियों की रुचि जगाने और इनकी खोजबीन में उनकी सक्रिय भागीदारी को सुनिश्चित करने में हम किस तरह खेलों के सन्दर्भों का इस्तेमाल कर सकते हैं? सह-शिक्षण के अनुभव ऐसी खोजबीन में किस प्रकार मदद कर सकते हैं?

कुछ साल पहले, हम दोनों साथ मिलकर आठवीं कक्षा के विद्यार्थियों को विज्ञान पढ़ाते थे। अकादमिक वर्ष का अन्त नज़दीक था और हम अगले साल के लिए अपनी शिक्षण योजना पर चर्चा कर रहे थे। श्रीजा उस स्कूल में कई सालों से पढ़ा रही थीं। उन्होंने अपना अनुभव साझा किया कि उन विद्यार्थियों को भी, जिन्हें सामान्य रूप से पढ़ना अच्छा लगता था, विज्ञान की पाठ्यपुस्तक के साथ जुड़ पाना मुश्किल लगता था। इसके अलावा, उन्हें भौतिकी के अध्याय, जैसे कि गति पर बनाए गए अध्याय, खासतौर पर उबाऊ और अरुचिकर लगते थे।

हमने सरल रेखा में गति से जुड़ी अवधारणाओं को सिखाते समय आने वाली इस चुनौती से पार पाने की कोशिश

की (बॉक्स-1 देखें)। हालाँकि हम यहाँ अपना अनुभव अविरल रूप से साझा कर रहे हैं, लेकिन हमारे प्रयास को दो हफ़्ते लगे थे (हमने हर हफ़्ते 40-40 मिनट की तीन कक्षाएँ लीं)। यद्यपि हर कक्षा के लिए हमारे पास एक अन्तरिम योजना थी, पर हमारे विद्यार्थियों की प्रतिक्रियाओं और सवालोंने हमें अवधारणाओं की उनकी समझ के आधार पर अपनी योजनाओं में छोटे-छोटे सुधार करने में काफ़ी मदद की। हम यहाँ विद्यार्थियों की ऐसी कुछ प्रतिक्रियाओं का भी ज़िक्र करेंगे। और आपसे यह भी साझा करेंगे कि कभी-कभी उन बातों ने किस प्रकार हमें चीज़ों को आगे बढ़ाने में मदद की। अपने नोट्स देखते हुए और इस अनुभव के बारे में लिखते हुए, हम अपनी शिक्षण विधि पर सोच-विचार कर पाए। शायद इस लेख को एक सुझाए गए शिक्षण

बॉक्स-1 : मिडिल स्तर की विज्ञान पाठ्यचर्या में एक-आयामी गति

शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीईएफ-एसई) 2023 के मुताबिक, विज्ञान शिक्षा से मिडिल स्तर के विद्यार्थियों में यह क्षमता विकसित करने में मदद की उम्मीद की जाती है कि वह

“गणितीय और आरेखीय प्रदर्शनों के द्वारा भौतिक मापों (स्थिति, चाल और चाल में बदलावों) का इस्तेमाल करते हुए एक-आयामी गति (एकसमान, असमान, क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर) का वर्णन कर पाएँ।”¹ पाठ्यचर्या के इस लक्ष्य को हासिल करने के लिए, कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक में पहली बार अध्याय-5 (लम्बाई एवं गति

का मापन) में गति की अवधारणा पेश की गई (एनसीईआरटी, 2024-2025)² यह अध्याय लम्बाई की माप और उसके मानक मात्रक (मीटर) के बारे में भी बात करता है। कक्षा-7 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक के अध्याय-9 में सबसे पहले समय और चाल की अवधारणाएँ प्रस्तुत की गई हैं (एनसीईआरटी, 2024-25)³

अनुक्रम के रूप में देखा जा सकता है जिसे अन्य शिक्षक अपना सकते हैं और अपनी जरूरत व प्रासंगिकता के मुताबिक उसमें बदलाव कर सकते हैं।

(देखें शिक्षक मार्गदर्शिका : रैखिक गति से सम्बन्धित अवधारणाएँ सिखाने के लिए सुझाव)।

उसैन बोल्ट से परिचय

‘इनफ़ाइनइट पावर्स’ नामक किताब में, गणितज्ञ-लेखक स्टीवन स्ट्रोगेट्ज 2008 के बीजिंग ओलम्पिक में जमैका के एथलीट उसैन बोल्ट की रिकॉर्ड तोड़ने वाली 100 मीटर दौड़ का विश्लेषण करने के लिए कलन (कैलक्युलस) का उपयोग करते हैं।⁴ गति में अपने विद्यार्थियों की रुचि कैसे जगाएँ, यह सोच-विचार करते हुए इस किताब का यह उद्धरण हमारी आँखों के सामने से गुज़रा। चूँकि हमारे कई विद्यार्थियों की खेलों में रुचि थी, हमने सोचा कि यह एक ऐसा सन्दर्भ था जिससे विद्यार्थी खुद को जोड़ पाएँगे। इसी वजह से हमने गति के बारे में अपनी बातचीत की शुरुआत बर्लिन में हुई 2009 की ‘वर्ल्ड चैम्पियनशिप इन एथलेटिक्स’ में बोल्ट की 100 मीटर दौड़ का वीडियो दिखाकर की।⁵ इसी प्रतियोगिता में बोल्ट ने 100 मीटर दौड़ का वर्तमान विश्व रिकॉर्ड बनाया था।

इस दौड़ में धावक इतने प्रभावशाली ढंग से दौड़े कि उन्हें देखकर हम सब (बच्चे और वयस्क) अचम्भित और रोमांचित हो उठे। हमने दो बार यह वीडियो देखा और हम बोल्ट की इस उपलब्धि से विस्मित थे। हमने उनकी उपलब्धि को कक्षा में बोर्ड पर कुछ यूँ व्यक्त किया :

100 मीटर → 9.58 सेकंड

एक विद्यार्थी ने कहा कि इसका अर्थ यह था कि बोल्ट ने 10 मीटर पूरा करने के लिए एक सेकंड से कम का समय लिया था। हमने उससे पूछा कि वह ऐसा क्यों कह रही है। उसका जवाब था कि अगर बोल्ट ने ट्रैक के हर 10 मीटर पूरा करने के लिए एक सेकंड लिया होता तो इनमें से प्रत्येक लम्बाई के लिए 1-1 सेकंड जोड़ते हुए पूरे ट्रैक के लिए लिया गया समय, यानी 10 सेकंड, निकल आता। जब वह अपना कारण समझा रही थी, हमने बोर्ड पर 10-10 मीटर के अंकन के साथ एक सीधा ट्रैक बना दिया (चित्र-1 देखें)। उस विद्यार्थी ने आगे कहा कि चूँकि बोल्ट ने दौड़ पूरी करने में 10 सेकंड से कम का समय लिया था, उसने निश्चित ही 10 मीटर की दूरी एक सेकंड से कम समय में पूरी की होगी।

हमने विद्यार्थियों को इस बारे में सोचने के लिए कुछ समय दिया और इस विद्यार्थी के

तर्क को प्रत्यक्ष समानुपात के रूप में दोबारा व्यक्त किया :

10 मीटर 1 सेकंड में

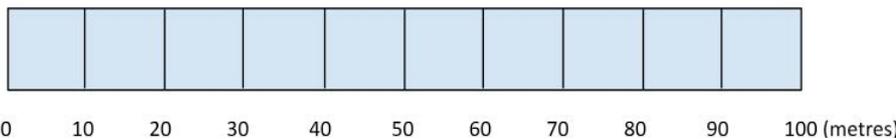
100 मीटर ? सेकंड में

विद्यार्थियों को दूरी का बोध विकसित करने में मदद करने के लिए हमने बच्चों से पूछा कि 10 मीटर कितना होता होगा। विद्यार्थियों के लिए परिचित किसी दूरी से इसका सम्बन्ध जोड़ने के लिए हमने उनसे चॉकबोर्ड से सामने वाली दीवार तक की दूरी को एक मीटर छड़ी से नापने के लिए कहा। इसे करने के लिए दो विद्यार्थी खुद आगे आए। हमने सुझाव दिया कि वह हर मीटर के लिए चॉक से निशान लगाते जाएँ। दूरी 7 मीटर निकली। हमने कुछ मिनट तक बोल्ट द्वारा एक सेकंड में बोर्ड से दीवार के कहीं आगे जाने की कल्पना की।

“क्या हम उसैन बोल्ट की तरह दौड़ सकते हैं?”

बोल्ट के वीडियो से काफ़ी प्रेरित महसूस कर रहे हमारे दो विद्यार्थियों ने दावा किया कि वह भी बहुत तेज़ दौड़ सकते हैं। उनके सहपाठियों ने उनके इस उत्साह को समझा और उन्हें दौड़ने के लिए प्रोत्साहित करने लगे। हमने जल्दी से इस विचार के बारे में आपस में चर्चा की। हम दोनों को लगा कि यह दूरी के उनके बोध को गहरा करने और उन्हें समय के मापन से परिचित कराने का एक मौक़ा हो सकता है। इसलिए हमने उनकी योजना के साथ आगे बढ़ने का फ़ैसला किया।

हमने विद्यार्थियों को एक 5 मीटर का धातु



चित्र-1 : 10-10 मीटर के अंकन वाला एक सीधा ट्रैक।

Credits: Anish Mokashi & Sreeja Velayudhan. Licence: CC BY-NC-ND.

का मापन टेप दिया और उनसे स्कूल के फाटक के बाहर की कच्ची सड़क की दूरी नापने को कहा। उनके मापन से हमें पता चला कि हमारे पास 100 मीटर की दौड़ के लिए तो पर्याप्त जगह नहीं थी, लेकिन 50 मीटर दौड़ के लिए थी। हम उन दो विद्यार्थियों की चाल (स्पीड) की तुलना बोल्ट के साथ करना चाहते थे। इसलिए हमने अपने विद्यार्थियों से कहा कि ऐसा मानें कि बोल्ट दौड़ की आधी दूरी (50 मीटर) को आधे समय (लगभग 4.8 सेकंड या तक़रीबन 5 सेकंड) में पूरी करता है। हमने कक्षा से यह अनुमान लगाने के लिए कहा कि उनके सहपाठी 50 मीटर दौड़ने में कितना समय लेंगे। कई विद्यार्थियों को लगा कि उनके सहपाठी बोल्ट से दोगुना समय (या 10 सेकंड) लेंगे। कुछ ने चिढ़ाते हुए कहा कि वह बोल्ट से तिगुना समय (या 15 सेकंड) ले सकते हैं।

हमने अपने विद्यार्थियों को दौड़ की बारीकियों को तय करने के लिए बुलाया। विद्यार्थियों ने एक छड़ी के सहारे मिट्टी में 'प्रारम्भ' रेखा और 'समाप्ति' रेखा बना दीं। विद्यार्थियों का एक समूह प्रारम्भ रेखा पर खड़ा हो गया और दूसरा समाप्ति रेखा पर। हमने सुझाव दिया कि वह दौड़ का समय मापने के लिए हमारे किसी मोबाइल फ़ोन में मौजूद स्टॉपवॉच (विराम घड़ी) का प्रयोग करें। लेकिन इसके बाद, हमने सब कुछ उन पर छोड़ दिया कि वह सटीक ढंग से यह मापन करने में आने वाली दिक्कतों और इसके लिए ज़रूरी सावधानियों को अपने-आप जानें। हमने केवल चीज़ें सुझाईं और जब बिल्कुल ज़रूरी लगा तभी समस्याओं की ओर इशारा किया, क्योंकि यदि शुरुआत में ही बहुत ज़्यादा निर्देश दिए जाते तो वह विद्यार्थियों के लिए अप्रासंगिक हो जाते।

जैसा कि अपेक्षित था, हमारे विद्यार्थियों को स्टॉपवॉच पर प्रारम्भ और समाप्ति के समय को लेकर तालमेल में और उन्हें दर्ज करने में दिक्कतें पेश आईं। धावकों के द्वारा और स्टॉपवॉच सम्हालने वाले विद्यार्थियों द्वारा कुछ ग़लत शुरुआतें करने के बाद, हमने

एक व्यवस्था बनाई और ऐसा लगा कि वह व्यवस्था हमारे लिए बेहतर ढंग से काम कर रही है। एक विद्यार्थी ने प्रारम्भ रेखा के पास खड़े होने का निश्चय किया और दूसरे ने समाप्ति रेखा के। दौड़ को शुरू करने के लिए प्रारम्भ रेखा पर खड़ा विद्यार्थी ऊंची आवाज़ में 10 से 0 तक उलटी गिनती करेगा और 0 बोलते ही एक रूमाल गिरा देगा। इस संकेत के मिलते ही समाप्ति रेखा पर खड़ा विद्यार्थी स्टॉपवॉच शुरू कर देगा। दोनों विद्यार्थियों ने वास्तविक दौड़ के पहले कुछ बार इस सिलसिले के तालमेल का अभ्यास किया। दोनों धावकों ने अपने सहपाठियों के जोरदार उत्साहवर्धन के बीच यह दौड़ दौड़ी। समाप्ति रेखा तक पहुँचने में एक ने 8 सेकंड तो दूसरे ने 8.5 सेकंड लिए। सभी ने उनके लिए तालियाँ बजाईं।

चाल (स्पीड) की गणना

सातवीं कक्षा के विज्ञान के अपेक्षित अधिगम प्रतिफलों में से एक है कि विद्यार्थी गतिशील वस्तुओं की चाल को मापना और उसकी गणना करना सीखेंगे।⁶ लेकिन हमारा अनुमान था कि हमारे विद्यार्थी चाल के विचार से केवल रोज़मर्रा के और गुणात्मक

अर्थ से परिचित थे। इसलिए हम कक्षा में वापस गए और बोर्ड पर यह लिखा :

50 मीटर → 8 सेकंड

तुम्हारे दोस्त की चाल क्या है?

चूँकि किसी भी विद्यार्थी ने हमारे सवाल का जवाब नहीं दिया, हमें समझ में आया कि वे चाल की गणना से परिचित नहीं थे। इसलिए हमने उनसे कहा कि वह बोल्ट के साथ अपने सहपाठियों की दौड़ की तुलना करें। विद्यार्थियों ने बताया कि उनके सहपाठियों को 100 मीटर दौड़ पूरी करने में 16-17 सेकंड लगते। हमने कहा, "ठीक है, क्या तुम हमें बता सकते हो कि वह एक सेकंड में कितनी दूरी तय करते?" एक विद्यार्थी ने देखा कि यह भी प्रत्यक्ष समानुपात का सवाल है और उसने इसे बोर्ड पर इस तरह से लिख दिया :

100 मीटर 16 सेकंड में

? मीटर 1 सेकंड में

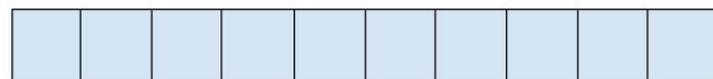
हमने इस सवाल का जवाब देने के लिए कैलकुलेटर का इस्तेमाल किया और विद्यार्थियों से कहा कि वह बोर्ड पर प्रश्नवाचक चिह्न की जगह 6.25 मीटर

(क)

Reaction Time	0-10 m	10-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	50-60 m	60-70 m	70-80 m	80-90 m	90-100 m	Total time
0.146 s	1.89 s	0.99 s	0.90 s	0.86 s	0.83 s	0.82 s	0.81 s	0.82 s	0.82 s	0.83 s	9.58 s

(ख)

0.146 1.89 0.99 0.90 0.86 0.83 0.82 0.81 0.82 0.83 0.83 total 9.58 seconds



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (metres)

(ग)

1.6. 1.6 1.6 1.6 1.6 total 8 seconds
0.146 1.89 0.99 0.90 0.86 0.83 0.82 0.81 0.82 0.83 0.83 total 9.58 seconds



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (metres)

चित्र-2 :10 मीटर के हिस्सों के लिए लिया गया समय। (क) बोल्ट के आँकड़े। (ख) बोर्ड पर बने ट्रैक के बगल में लिखे बोल्ट के आँकड़े। (ग) विद्यार्थी द्वारा इन 10 मीटर के हिस्सों को पूरा करने में लिया गया औसत समय जिसे बोल्ट के आँकड़ों के ऊपर लिखा गया है।

Credits: Anish Mokashi & Sreeja Velayudhan. Licence: CC BY-NC-ND.

लिख दें। इस मौके पर हमने विद्यार्थियों को इस सिद्धान्त से परिचित कराया कि किसी गतिशील वस्तु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी **चाल** या **स्पीड** कहलाती है (हमारा मतलब 'औसत चाल' से था; लेकिन हम विद्यार्थियों के सामने एक साथ कई सारे नए शब्द नहीं रखना चाहते थे)। हमने उनके सबसे तेज दौड़े सहपाठी की औसत चाल को बोर्ड पर लिखकर इस बात को दोहराया : 6.25 मीटर प्रति सेकंड या 6.25 मी/से। इस संख्या को किसी वास्तविक चीज़ से जोड़ने के लिए हमने समझाया कि इस मान का अर्थ था कि उनका सहपाठी एक सेकंड में कक्षा की लम्बाई (7 मीटर) को पार नहीं करेगा।

चूँकि हम उसैन बोल्ट की दौड़ के अन्य ब्योरों की चर्चा करना चाहते थे, हमने विद्यार्थियों से पूछा कि एक सेकंड में बोल्ट कितनी दूरी तय करेगा। एक विद्यार्थी ने पहले ही अपनी राय दी थी कि यह दूरी 10 मीटर से ज्यादा होगी। हमारी कक्षा अब प्रत्यक्ष समानुपात के उसी तर्क का इस्तेमाल करते हुए बोल्ट की चाल की गणना करने में सफल रही।

चाल के बारे में और विचार

हम चाह रहे थे कि हमारे विद्यार्थी दूरी, समय और चाल के परस्पर/अन्तर्सम्बन्धों के बारे में अधिक गहराई से सोच पाएँ। इस उद्देश्य से हमने बोल्ट द्वारा हर 10 मीटर के 'हिस्से' (अंग्रेज़ी में जिसे 'स्प्लिट्स' कहते हैं) को पूरा करने में लिए गए समय के आँकड़े जुटाए और उन्हें बोर्ड पर लिख दिया (चित्र-2 क देखें)।⁷ फिर हमने इन मानों को बोर्ड पर बने ट्रैक के बगल में लिख दिया (चित्र-2 ख देखें)। हमने अपने विद्यार्थियों से पूछा कि क्या वह अनुमान लगा सकते हैं कि प्रतिक्रिया समय का क्या मतलब होता है। कुछ ने सोचा कि कहीं यह पिस्तौल की आवाज़ (जिसे दौड़ की शुरुआत के संकेत के तौर पर चलाया जाता है) की प्रतिक्रिया में धावक द्वारा लिया जाने वाला समय तो नहीं। हमने इसकी पुष्टि की और इसे पिस्तौल के चलाए जाने और धावक के दौड़ना शुरू करने के बीच के समय अन्तराल के रूप में

दोहराया।

हमने विद्यार्थियों से ट्रैक की संख्याओं को देखने के लिए कहा। क्या उन्हें इनमें कोई पैटर्न दिखाई दिए? कुछ विद्यार्थियों ने कहा कि संख्याएँ यह दिखा रही हैं कि बोल्ट ने अपनी रफ़्तार बढ़ा दी थी। जब विद्यार्थियों से यह समझाने के लिए कहा गया कि उन्हें ऐसा क्यों लगता है, उन्होंने दिखाया कि दौड़ के आगे बढ़ने के साथ बोल्ट ने वही दूरी (10 मीटर) कम से कमतर समय में पूरी की। एक और विद्यार्थी ने कहा कि बोल्ट ने पहले 70 मीटर में अपनी रफ़्तार बढ़ाई थी, लेकिन उसके बाद लगभग एक जैसी चाल से दौड़ पूरी की थी। हमने यह देखने के लिए फिर से वीडियो देखा कि क्या हम बोल्ट को अपनी रफ़्तार बढ़ाते देख सकते हैं। हम देख सके कि दौड़ शुरू होने के फ़ौरन बाद और दौड़ के पहले आधे हिस्से में सभी धावक कितना जोर लगा रहे थे।

इसके बाद, उसैन बोल्ट के आँकड़ों के बगल में हमने विद्यार्थियों के सहपाठियों द्वारा 10-10 मीटर के हिस्सों को पूरा करने में लिए गए समय को लिखा (चित्र-2 ग देखें)। हमने अपने विद्यार्थियों से पूछा कि क्या उन्हें यह ठीक लगता है। पूरी कक्षा ने इसका विरोध किया और बताया कि आँकड़े सही नहीं हैं। हमारे पास उनके सहपाठियों के लिए 10-10 मीटर के हिस्सों के समय नहीं थे। हमने केवल उनके सहपाठियों द्वारा समाप्ति रेखा पर पहुँचने में लिए गए कुल समय को मापा था।

इस मौके पर, हमने **औसत चाल** (एवरेज स्पीड) की अवधारणा को प्रस्तुत किया, यानी किसी गतिशील वस्तु द्वारा तय की गई कुल दूरी को उसके द्वारा इसे पूरा करने में लिए गए कुल समय से भाग देना। इस बिन्दु पर जोर देने के लिए, हमने उनके ज्यादा तेज़ दौड़े सहपाठी और उसैन बोल्ट की औसत चालों की पहले की गई गणनाओं, क्रमशः 50 मीटर 8 सेकंड से विभाजित और 100 मीटर 9.58 सेकंड से विभाजित, को दोबारा स्पष्ट रूप से लिखा।

रोज़मर्रा की इकाइयों के साथ जुड़ाव

अब हमने दूरी, समय और चाल की अवधारणाओं को इन मापों के बारे में विद्यार्थियों की रोज़मर्रा की माप की समझ से जोड़ने की कोशिश की। गूगल मैप्स के मुताबिक, हमारे स्कूल फाटक से मुख्य सड़क तक की दूरी 740 मीटर है। यह ऐसी दूरी थी जिसे हमारे विद्यार्थी स्कूल आने-जाने में हर दिन तय करते थे। हमने बोल्ट की सबसे तेज़ चाल की गणना की : 10 मीटर/0.81सेकंड = 12.3 मी/से। फिर हमने पूछा कि यदि बोल्ट अपनी सबसे तेज़ चाल पर दौड़े तो उसे मुख्य सड़क और स्कूल के फाटक के बीच की दूरी को तय करने में कितना समय लगेगा :

$$10 \text{ मीटर } 0.81 \text{ सेकंड में} \\ 740 \text{ मीटर ? सेकंड में}$$

विद्यार्थियों ने गणना की कि बोल्ट इस दूरी को एक मिनट (तक़रीबन 60 सेकंड) में पूरी करेगा। हमने इस संख्या को बोर्ड पर लिख दिया और इसका इस्तेमाल बोल्ट द्वारा एक घण्टे में तय की जाने वाली दूरी की गणना करने के लिए किया : $740 \times 60 = 44500 \text{ मी} = 44.5 \text{ किलोमीटर}$ । अब हमने विद्यार्थियों को इस बात से परिचित कराया कि चाल के बारे में सामान्य रूप से किलोमीटर प्रति घण्टे (किमी/घण्टा) के मात्रकों में बात की जाती है। इन मात्रकों में बोल्ट की चाल 44.5 किमी/घण्टा होगी। इन नए मात्रकों से सम्बन्ध स्थापित करने में उनकी मदद करने के लिए हमने बोल्ट की चाल की तुलना सबसे तेज़ जानवरों और पक्षियों की चालों से की। उदाहरण के लिए, एक चीते की सबसे तेज़ चाल 100 से 120 किमी/घण्टा जानी जाती है। हमने उल्लेख किया कि यह चाल उसैन बोल्ट की सबसे तेज़ चाल के दोगुने से भी ज्यादा है। एक विद्यार्थी ने दावा किया कि उसके लिए दौड़कर ऐसे स्कूटर तक पहुँचना मुमकिन है जो 20 किमी/घण्टे की नियत चाल से

चल रहा हो। हमने कक्षा से कहा कि वे उसी तर्क का उपयोग करते हुए, जिसका इस्तेमाल अभी हमने किया था, उनके ज्यादा तेज़ दौड़े सहपाठी की निकाली गई औसत चाल की गणना किमी/घण्टा में करें। कुछ ही मिनटों में विद्यार्थियों ने साझा किया कि यह 6.25x 60 x 60 मीटर प्रति घण्टा = 22.5 किमी/घण्टा होगी। हमने इस सत्र का अन्त इस बात का उल्लेख करते हुए किया कि इस चाल पर दौड़ते हुए उनका सहपाठी वाकई में 20 किमी/घण्टे की रफ़्तार से चल रहे स्कूटर तक पहुँचने में कामयाब हो जाएगा।

समापन

हमारा लक्ष्य था हमारे विद्यार्थियों को गति की पाठ्यपुस्तकीय अवधारणाओं को उनके जीवन के अनुभवों से जोड़ने में मदद करना। हम भाग्यशाली थे कि हम एक ऐसे स्कूल में काम कर रहे थे जो शिक्षकों को यह आज़ादी देता है कि वह इसे करने के नए तरीकों को आजमा सकें। हमारी एक योजना थी उसैन बोल्ट की दौड़ को एक आइस-ब्रेकर की तरह इस्तेमाल करना। पर यह सन्दर्भ हमारे इतने सारे विद्यार्थियों के दिलो-दिमाग तक पहुँचा कि हमें लगा कि गति की अवधारणा की खोजबीन की पूरी यात्रा में इस सन्दर्भ को साथ रखा जा सकता है। हमारे विचार में यह भी आया है कि क्या खेलों के क्षेत्र में ऐसे और भी कई सन्दर्भ होंगे जिनका इस्तेमाल विद्यार्थियों को विज्ञान की अवधारणाओं

से जोड़ने में मदद करने के लिए किया जा सकता हो।

गति से सम्बन्धित अवधारणाओं में विद्यार्थियों की दिलचस्पी को जगाने और उसे बनाए रखने की चुनौती से निपटने की प्रक्रिया हमारे लिए दुरूह और समय लेने वाली थी। इस प्रक्रिया में तीन चीज़ों ने हमारी मदद की :

(क) प्रत्येक गतिविधि और चर्चा में हमारे विद्यार्थियों की सक्रिय भागीदारी : हमने देखा कि विद्यार्थियों ने कक्षा में कई योगदान दिए। उनके योगदानों ने अकसर उनके साथियों की सोचने की प्रक्रियाओं को ऐसे तरीकों से उत्प्रेरित किया जिनसे हमें उनके साथ संवाद बनाए रखने में मदद मिली।

(ख) इस विषय के सह-शिक्षण का हमारा अनुभव : कई शिक्षकों की भाँति हम हर कक्षा के लिए पहले से ही योजना तैयार करते और देखते थे कि हमारे विद्यार्थी उन पर किस प्रकार प्रतिक्रिया करते हैं। इसका अर्थ था कि हमने अकसर वास्तविक समय में अपनी योजना बदली और भविष्य की कक्षाओं में चीज़ों को जोड़ने की तरफ़ आगे बढ़े। साथ मिलकर काम करने ने हमें एक-दूसरे के साथ विचारों को साझा करने और समस्याओं पर चर्चा करने का मौक़ा दिया। इसने हमें नई और प्रयोगात्मक योजनाओं को आजमाने और अपने विद्यार्थियों के

सवालियों और विचारों के प्रति वहीं-के-वहीं प्रतिक्रिया देने का आत्मविश्वास दिया। इसके अलावा, आप अपने विद्यार्थियों के साथ किस तरह व्यवहार कर रहे हैं और वह कक्षा में हो रही चीज़ों के प्रति किस तरह प्रतिक्रिया कर रहे हैं, इसके बारे में एक साथी का नज़रिया मिलना भी फ़ायदेमन्द रहा।

(ग) हमारे पाठों का दस्तावेज़ीकरण : हमने हर कक्षा के अपने प्रमुख अवलोकनों को दर्ज किया, ब्लैकबोर्ड की तस्वीरें लीं, और अगली कक्षाओं के सिलसिले के लिए योजना बनाने की अपनी प्रक्रिया से निकले बिन्दुओं को नोट किया। इस चीज़ से भी काफ़ी मदद मिली कि हमने इलेक्ट्रॉनिक फ़ाइलें बनाकर रखी थीं। इससे हम अपने दस्तावेज़ों तक पहुँच सकते थे, उन्हें एक-दूसरे के साथ साझा कर सकते थे, और देख सकते थे कि उनसे क्या मुद्दे उभरकर आते हैं।

विज्ञान को विद्यार्थियों के लिए व्यक्तिगत रूप से प्रासंगिक और रोचक बनाना चुनौती भरा काम है। इसके लिए ज़रूरी है कि शिक्षक को विद्यार्थियों को विज्ञान की विषयवस्तु से जोड़ने के प्रभावी व देशीय तरीकों को निरन्तर विकसित करते रहने के लिए स्थान और समय मिले। अपनी शिक्षण प्रक्रिया को मज़बूत करने के लिए किसी साथी के साथ सहयोग करना ज़रूरी मदद हासिल करने के सबसे आसानी से उपलब्ध, सुलभ और टिकाऊ रूपों में से एक हो सकता है।

मुख्य बिन्दु



- खेल, विद्यार्थियों को रैखिक गति के इर्द-गिर्द पाठ्यचर्या सम्बन्धी अवधारणाओं से रूबरू कराने और उन्हें दूरी, समय, और चाल के असल अनुभवों से जोड़ने के लिए दिलचस्प सन्दर्भ प्रदान कर सकते हैं।
- वह शिक्षण योजना जो विद्यार्थियों की प्रतिक्रियाओं को समायोजित करने के लिए बदलती है, विद्यार्थियों को एक-दूसरे के साथ अपने विचार साझा करने के लिए बुलाने और सभी गतिविधियों एवं चर्चाओं में उनकी सक्रिय भागीदारी को प्रोत्साहित करने में महत्वपूर्ण है।
- इस तरह के शैक्षणिक विचार की तैयारी और उसे अमलीजामा पहनाने के लिए शिक्षकों को काफ़ी सोच-विचार और समय की ज़रूरत हो सकती है। अन्य शिक्षकों का सहयोग सबसे आसानी से उपलब्ध और स्थाई मदद में से एक हो सकता है जिसे शिक्षक ऐसे प्रयासों में हासिल कर सकते हैं।

टिप्पणियाँ :

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में उपयोग किए गए चित्र के लिए आभार : Usain Bolt, Tobi 87, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Usain_Bolt#/media/File:Leichtathletik_WM_2013_Moskau_100_m_Vorlauf.jpg. License: CC-BY-SA 3.0 Unported Deed.
2. इस शिक्षण विधि नज़रिए में सक्रिय रूप से भागीदारी करने के लिए ज़रूरी है कि आपके विद्यार्थी लम्बाई के मापन (दूसरी कक्षा का गणित), समय के अपूर्णाकीय मानों को समझने के लिए दशमलव (पाँचवीं कक्षा का गणित), और प्रत्यक्ष समानुपात (सातवीं कक्षा का गणित) जैसी अवधारणाओं से परिचित हों। उन्हें अनुमान लगाने के लिए संख्याओं का पूर्णांकन करना भी आना चाहिए।
3. अगर आपके स्कूल में या उसके आस-पास 50 मीटर की दौड़ के लिए जगह उपलब्ध नहीं है तो अपने विद्यार्थियों को एक छोटी दौड़ के लिए निशान लगाने हेतु प्रोत्साहित करें और इस गतिविधि को उसके अनुरूप ढाल लें। अगर आपके स्कूल में 5 मीटर का धातु का मापन टेप उपलब्ध नहीं है तो विद्यार्थियों को आसानी से उपलब्ध दूसरे विकल्पों के बारे में सोचने के लिए कहें (जैसे छड़ी या धागे की रील) जो दौड़ की दूरी को मापने के लिए इस्तेमाल किए जा सकें। आप अपने विद्यार्थियों को इस बारे में सोचने व चर्चा करने के लिए भी कह सकते हैं कि यह बदलाव उनके मापन की सटीकता को किस तरह प्रभावित करते हैं।
4. इस लेख के साथ एक अलग किया जा सकने वाला कक्षा संसाधन शामिल है : **शिक्षक मार्गदर्शिका : रैखिक गति से सम्बन्धित अवधारणाएँ सिखाने के लिए सुझाव।**

References:

1. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
2. National Council of Educational Research and Training (2007, 2022). 'Chapter 5: Measurement of Length and Motion'. Science Textbook for Class VI (Reprint 2024-25): 80-100. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fcu1=5-12>.
3. National Council of Educational Research and Training (2007, 2022). 'Chapter 9: Motion and Time'. Science Textbook for Class VII (Reprint 2024-25): 93-108. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=9-13>.
4. Strogatz, Steven. (2019). 'Usain Bolt's Split Times and the Power of Calculus'. Quanta Magazine. Uploaded on April 3, 2019. URL: <https://www.quantamagazine.org/infinite-powers-usain-bolt-and-the-art-of-calculus-20190403/>.
5. Žiga P. Škraba. 'Usain Bolt 9.58 - 100m World Record [50 fps]'. YouTube. Uploaded on Aug 16, 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HFLuduKmnW0>.
6. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. April 2017. National Council of Educational Research and Training, Sri Aurobindo Marg, New Delhi. ISBN 978-93-5007-785-6. URL: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf>.
7. Jimson Lee. 'Usain Bolt 10 meter splits, Fastest Top Speed, 2008 vs 2009'. SpeedEndurance.com. Uploaded on Aug 19, 2009. URL: <https://speedendurance.com/2009/08/19/usain-bolt-10-meter-splits-fastest-top-speed-2008-vs-2009/>.



अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और शिक्षक-शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। उनकी शैक्षिक पृष्ठभूमि प्रायोगिक भौतिकी में है और वह विज्ञान शिक्षा में काम करते हैं। इससे पहले, अनीश ने भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी) बेंगलूरु में स्नातक विद्यार्थियों को पढ़ाया है; एकलव्य, भोपाल के साथ विज्ञान शिक्षक-शिक्षा पर कार्य किया है; और पूर्णा लर्निंग सेंटर, बेंगलूरु में पढ़ाया है। वे विज्ञान सीखने, विद्यार्थियों के विचारों और अर्थ-निर्माण, शिक्षण-अधिगम की संस्कृतियों, और विज्ञान के इतिहास के सन्दर्भ में करने और सोचने को जोड़ने में रुचि रखते हैं। अनीश से anish.mokashi@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।



श्रीजा वेलायुधन पूर्णा लर्निंग सेंटर और बिदिरु लर्निंग सेंटर में भौतिकी और विज्ञान पढ़ा रही हैं। वे क्रेरु नामक मेकरस्पेश की सह-संस्थापक हैं। उन्हें व्यावहारिक गतिविधियों के माध्यम से विज्ञान की खोजबीन करना पसन्द है। श्रीजा से sreeja@poorna.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

मूल अंग्रेज़ी लेख के अनुवाद को लेखक **अनीश मोकाशी** ने सम्पादित एवं परिमार्जित किया है।

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

रैखिक गति से सम्बन्धित अवधारणाएँ सिखाने के लिए सुझाव

“

यदि आप बच्चे के नजरिए से उन विषयों की ज्ञान मीमांसा पर बात नहीं करेंगे तो आप मुसीबत में फँसेंगे। ”

- प्रो. कृष्ण कुमार^{1,2}

ऐसा लगता है कि प्रो. कृष्ण कुमार यह सुझा रहे हैं कि औपचारिक वैज्ञानिक अवधारणाओं को बस हासिल की गई जानकारी के तौर पर प्रस्तुत करने की बजाय उन्हें स्थापित करने में विद्यार्थियों को सक्रिय रूप से शामिल करना जरूरी है। हम इसे किस तरह कर सकते हैं? रैखिक गति का वर्णन दूरी, समय और चाल की अवधारणाओं के बीच सम्बन्धों के अर्थ में किया जाता है। अपने रोजमर्रा के अनुभवों, जैसे कि चलना, दौड़ना, साइकिल चलाना, बस या ट्रेन में सफर करना आदि से विद्यार्थियों में इस सम्बन्ध की एक गुणात्मक समझ विकसित होती है। चाल की अवधारणा भी मीडिया और साहित्य जैसी लोकप्रिय संस्कृति के माध्यम से उनकी रोजमर्रा की शब्दावली में दाखिल होती है। इन अनुभवों का और प्रत्यक्ष समानुपात जैसे परिचित गणितीय सिद्धान्तों का इस्तेमाल करते हुए हम अपने विद्यार्थियों के साथ संवाद शुरू कर सकते हैं। इन संवादों को गतिविधियों और संकेतों के अनुक्रम द्वारा आगे जारी रखा जा सकता है ताकि विद्यार्थियों को इन अवधारणाओं के बीच मात्रात्मक सम्बन्ध निर्मित करने में मदद मिल सके।

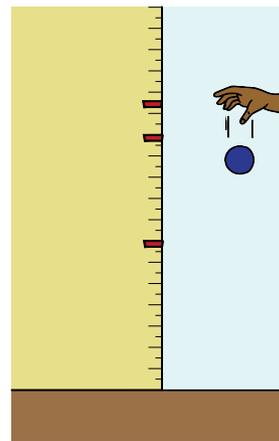
हमने 'सरल रेखा में गति का अर्थ समझने के लिए खेलों का उपयोग' लेख में रैखिक गति को सिखाने के लिए इस्तेमाल की गई अपनी शिक्षण पद्धति का वर्णन किया है। हमारी पद्धति में दिलचस्पी रखने वाले शिक्षकों के लिए यह ऐसा मोटा-मोटा अनुक्रम है जिसमें हमने चर्चाएँ और गतिविधियाँ कीं :

1. उसैन बोल्ट का 100 मीटर की दौड़ वाला वीडियो देखना।
 2. विद्यार्थियों को आमंत्रित करें कि वीडियो देखते हुए उन्होंने जो कुछ भी देखा, महसूस किया और सोचा, उसे साझा करें।
 3. मीटर (लम्बाई का मात्रक) को ऐसी दूरियों से जोड़ें जिनसे विद्यार्थी परिचित हों।
 4. अपने विद्यार्थियों को कक्षा की कुछ चीजों की लम्बाइयों को मापने के लिए बुलाएँ। उन्हें मीटर स्केल या मापन टेप, दोनों में से जो भी उपलब्ध हो, का इस्तेमाल करने दें।
 5. अपने विद्यार्थियों को दौड़ने दें, भले ही इसके लिए दो ही विद्यार्थी आगे आएँ। अपने विद्यार्थियों को दौड़ की दूरी को नापने दें। उन्हें मीटर स्केल या मापन टेप, दोनों में से जो भी उपलब्ध हो, का इस्तेमाल करने दें।
 6. विद्यार्थियों को (कम-से-कम दो को) दौड़ की शुरुआत और अन्त के तालमेल तथा उनके साथियों द्वारा दौड़ पूरी करने में लिए गए समय के मापन करने की चुनौती दें।
 7. तय की गई दूरी और लिए गए समय का सम्बन्ध स्थापित करने के लिए प्रत्यक्ष समानुपात के सिद्धान्त का उपयोग करें। एक सेकंड में तय की गई दूरी के रूप में औसत चाल की अवधारणा पर पहुँचें।
 8. उसैन बोल्ट द्वारा दौड़ में 10-10 मीटर के हिस्सों को तय करने वाले सारे समय देखें ताकि विद्यार्थियों को यह देखने में मदद मिले कि दौड़ के दौरान बोल्ट की चाल में किस तरह बदलाव आया।
 9. मीटर प्रति सेकंड में मापी गई चाल को किलोमीटर प्रति घण्टा के ज्यादा परिचित मात्रक से जोड़ें। यह कुछ अतिरिक्त सुझाव हैं जिन पर इन अवधारणाओं के शिक्षण के दौरान विचार किया जा सकता है :
- हमें उसैन बोल्ट की विश्व रिकॉर्ड स्थापित करने वाली दौड़ को देखने से शुरुआत करना मददगार

लगा क्योंकि इसने विद्यार्थियों की दिलचस्पी और ध्यान को आकर्षित किया। ऐसा लगा कि वह दौड़ में व्यक्तिगत रूप से शामिल महसूस कर रहे थे। वीडियो दो मिनट से थोड़ा ही बड़ा है। इसमें दौड़ को अलग-अलग कोणों से और धीमी गति में दिखाया गया है। धावकों की अद्भुत शारीरिक क्षमताएँ मनमोहक हैं और बहुत सम्भव है कि विद्यार्थी दौड़ को देखने और उसके बारे में सोचने के प्रति काफी आकर्षित हो जाएँ। वीडियो को एक से ज्यादा बार चलाना भी मददगार हो सकता है ताकि विद्यार्थी इसे ध्यानपूर्वक देख सकें और दौड़ के विभिन्न पहलुओं पर गौर कर सकें। आप इस यूट्यूब वीडियो को यहाँ देख सकते हैं: <https://youtu.be/HFLuduKmnW0>. या इसके लिए आप दाईं ओर दिए गए क्यूआर कोड को स्कैन कर सकते हैं।



- हमने विद्यार्थियों को अपनी टिप्पणियाँ देने के लिए बुलाया और उन्हें यह बोलने का अवसर प्रदान किया, कि उन्होंने दौड़ को देखने के बाद क्या महसूस किया और वीडियो में किन बातों पर ध्यान दिया। इस प्रक्रिया ने हमारे लिए कक्षा संवाद को शुरू करने के एक तरीके के रूप में बढ़िया काम किया। विद्यार्थियों के विचारों को सुनना, उन्हें सार रूप में चॉकबोर्ड पर लिखना और अगर कुछ समय हो तो उनके कुछ सवालों के जवाब देना भी मददगार हो सकता है। यह काफी मुमकिन है कि इनमें से कुछ बिन्दु चर्चा को आगे बढ़ाने और उन औपचारिक अवधारणाओं के साथ जुड़ने में मदद कर सकते हैं जिन्हें हम कक्षा में शुरू करना चाहते हैं। हमें ऐसे मौकों की तलाश करना फ़ायदेमन्द लगा। अक्सर, विद्यार्थियों के विचार काफी आश्चर्यजनक हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, हमने यह अपेक्षा नहीं की थी कि विद्यार्थी दौड़ को देखने के बाद खुद दौड़ना चाहेंगे। शिक्षकों के रूप में यह तय करने के लिए, कि कौन-से तरीके आगे की खोजबीन के लिए ज्यादा मुनासिब होंगे, हमें अपनी शैक्षणिक समझ पर निर्भर करते हुए जोखिम उठाने पड़ेंगे।
- हम एक दौड़ आयोजित करने और उसके इर्द-गिर्द संवादों को बुनने का सुझाव देंगे ताकि आगे के कक्षा संवादों में चर्चा के लिए विद्यार्थियों को कुछ ठोस चीज़ें मिल सकें। अगर आपके विद्यार्थी खुद से दौड़ने की इच्छा नहीं जताते तो आप उन्हें यह सुझा सकते हैं। बच्चे होने के नाते उनमें से कुछ तो यकीनन दौड़ने के लिए आगे आ जाएँगे।
- विद्यार्थी लम्बाई के मात्रक के रूप में मीटर की बेहतर समझ विकसित कर सकें, इसके लिए ऐसी दूरियों व लम्बाइयों की चर्चा करें जिनसे वह स्कूल या घर के अपने रोज़मर्रा के जीवन के माध्यम से परिचित हों। इसमें उनकी डेस्क, कक्षा, या खेल के मैदान की लम्बाई शामिल हो सकती है। इनमें से कुछ दूरियों को एक स्केल या मापन टेप के सहारे असल में मापने के कार्य में शामिल करें। इस अभ्यास को पर्याप्त समय और ध्यान देना ज़रूरी है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि विद्यार्थी पर्याप्त सटीकता के साथ लम्बाइयों को मापने का कौशल हासिल कर सकें। यह समझ उसैन बोल्ट की दौड़ से मिले आँकड़ों को समझने के लिए भी महत्वपूर्ण होगी।
- जैसा कि हम इस लेख में चर्चा कर रहे हैं, विद्यार्थियों को दौड़ की शुरुआत और अन्त का तालमेल करने तथा इस दूरी को तय करने में उनके साथियों द्वारा लिए गए समय को मापने में मदद करना खासतौर से पेचीदा था। उन्हें सटीक मापन करने के लिए ज़रूरी सावधानी को महत्व देने के लिए निरन्तर इनपुट देने की ज़रूरत पड़ी। इससे जुड़े संवादों को कक्षा में करना सबसे अच्छा हो सकता है ताकि आपके सभी विद्यार्थियों की समझ इस बारे में एक-सी हो। लेकिन दौड़ का तालमेल करने के दौरान इन संवादों को जारी न रखना शायद मुमकिन न हो।
- विद्यार्थियों को उनके अपने मापन करने के पहले बहुत सारे निर्देश देना शायद मददगार न हो। उन्हें सहयोग देने का ज्यादा बेहतर तरीका होगा उनसे कक्षा में एक-दो अपेक्षाकृत सरल कार्यों को पूरा करने में लिए गए समय को मापना। उदाहरण के लिए, वह फ़र्श पर एक गेंद लुढ़का सकते हैं और फिर उन्हीं के द्वारा बनाई गई समाप्ति रेखा तक पहुँचने में उस गेंद द्वारा लिए गए समय को माप सकते



हैं। या वह 2-3 मीटर की ऊँचाई से गेंद को गिराकर उसके द्वारा फर्श से टकराने में लिए गए समय को माप सकते हैं। इन कार्यों के दौरान, संक्षिप्त निर्देशों, मापनों और चर्चाओं को श्रेणीकृत ढंग से आपस में जोड़ना उपयोगी हो सकता है। उन सावधानियों की चर्चा करें जो इन कार्यों को सटीकता से मापने के लिए उन्हें बरतनी होंगी। यह अनुभव उन्हें ढाँड़ के समय को मापने के ज्यादा जटिल कार्य को करने में मदद कर सकता है।

- चर्चा करें कि उसैन बोल्ट किस तरह ढाँड़ की शुरुआत में अपनी चाल को बढ़ाता है। आप फिर से वीडियो चला सकते हैं ताकि विद्यार्थी खुद इसे देख सकें। फिर आप विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि क्या उन्होंने किसी गतिशील वस्तु या व्यक्ति की चाल में बदलाव होने के कुछ और उदाहरण देखे हैं। अगर विद्यार्थी फॉरन इस तरह के उदाहरण न बता पाएँ तो आप उनसे किसी ट्रैफिक सिग्नल पर रुकने या वहाँ से चलने के समय वाहनों की चाल को देखने के लिए कह सकते हैं। या किसी यात्रा के दौरान अलग-अलग समय में किसी वाहन के स्पीडोमीटर पर दिखने वाले मानों को देखने के लिए कह सकते हैं। यह अवलोकन करने के लिए उन्हें कुछ दिन दें और फिर इन्हें कक्षा में साझा करने और इन पर चर्चा करने के लिए आमंत्रित करें।
- चाल की औपचारिक परिभाषा से शुरुआत करने की बजाय, हमने प्रत्यक्ष समानुपात का इस्तेमाल करते हुए औसत चाल की अवधारणा तक पहुँचने का तरीका अपनाया। उदाहरण के लिए, हमने पूछा, “अगर कोई विद्यार्थी 8 सेकंड में 50 मीटर ढाँड़ा तो एक सेकंड में वह कितने मीटर की दूरी तय करेगा?” फिर हमने इस संख्या को ‘औसत चाल’ का नाम दिया। हमें लगा कि इस तरीके ने विद्यार्थियों को चीजों के साथ बेहतर तरीके से जुड़ने का मौका दिया। मुमकिन है कि विद्यार्थी चाल के मात्रकों (मीटर प्रति सेकंड) के अर्थ को भी ज्यादा सीधे तरीके से समझ सकें। हमने मीटरों में एक घण्टे में तय की गई दूरी का पता लगाने के लिए इस तर्क को मिनटों और घण्टों तक बढ़ाया और फिर उसे किलोमीटर में तब्दील कर दिया। मात्रकों को मीटर प्रति सेकंड से ज्यादा परिचित किलोमीटर प्रति घण्टा में तब्दील करने के बारे में इस तरह तर्क करना विद्यार्थियों को इस प्रक्रिया से परिचित कराने का ज्यादा बेहतर तरीका हो सकता है बनिस्बत इसके कि बस इसे एक गणितीय सूत्र के रूप में लिख दिया जाए।

शिक्षकों के रूप में, आपको पता ही होगा कि आपके विद्यार्थियों के साथ कौन-सा तरीका सबसे अच्छा काम करेगा। मुमकिन है कि यह तरीका आपके विद्यार्थियों के विशिष्ट सन्दर्भों, कक्षाओं में होने वाली चर्चाओं, और इन चर्चाओं से निकलने वाली योजनाओं का अनुसरण करे। यहाँ दिए गए सुझावों को इसके मुताबिक संशोधित किया या बदला जा सकता है। हम आपसे ऐसी योजनाओं को अपने विद्यार्थियों के साथ अपनी कक्षाओं में आजमाने के आपके अनुभवों के बारे में जानना चाहेंगे। कृपया हमें इस बारे में ज़रूर लिखें कि आपके लिए किस तरीके ने काम किया और आपकी कक्षा के प्रति आपके विद्यार्थियों की प्रतिक्रिया कैसी थी। धन्यवाद!

टिप्पणियाँ :

1. विज्ञान की इस ज्ञानमीमांसा (ज्ञान का सिद्धान्त) के कुछ पहलू हैं : विज्ञान/वैज्ञानिक ज्ञान की प्रकृति, वह प्रक्रियाएँ जिनके माध्यम से इसका सृजन होता है, इसे किस तरह चुनौती दी जाती है और यह किस तरह विकसित होता है (जिसमें वैज्ञानिकों के काम के सामाजिक, दार्शनिक, प्रौद्योगिकीय और ऐतिहासिक सन्दर्भ शामिल होते हैं), कोई चीज़ वैज्ञानिक रूप से वैध/सत्य है या नहीं, इसे आँकने के मानदण्ड (सबूत की प्रकृति), और वैज्ञानिक जानकारी के किसी अंश के आधार पर क्या और क्या नहीं कहा जा सकता है, क्या निष्कर्ष निकाला और नहीं निकाला जा सकता है या क्या अनुमान लगाया और नहीं लगाया जा सकता है आदि।
2. प्रो. कृष्ण कुमार के नज़रिए को यहाँ सुनें: ‘In Conversation with Prof. Krishna Kumar’, Doordarshan, 2005. URL: <https://youtu.be/7kw4lv1hxUg?feature=shared&t=245>.

रचनाकार :

अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरू के भौतिकी और शिक्षक-शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। अनीश से anish.mokashi@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

श्रीजा वेलायुधन पूर्णा लर्निंग सेंटर और बिदिरु लर्निंग सेंटर में भौतिकी पढ़ाती आ रही हैं। श्रीजा से sreeja@poorna.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

आपकी टिप्पणियाँ

वैज्ञानिकों के जीवन को जानने का प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीका

नरेश कुमार सेन

वैज्ञानिकों की जीवनी विद्यार्थियों को खोज की प्रक्रिया से परिचित कराने का एक प्रभावी और आकर्षक तरीका हो सकता है। इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए हम प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीके का उपयोग कैसे करते हैं? इस तरह के तरीके से विद्यार्थियों में कौन-से कौशल विकसित होते हैं? वे विज्ञान के बारे में क्या सीखते हैं?

शा लेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ़-एसई) 2023 सुझाव देती है कि : “...वैज्ञानिकों के जीवन कार्यों और वैज्ञानिक ज्ञान के विकास की जाँच करना विद्यार्थियों के लिए विज्ञान की प्रकृति और प्रक्रिया से जुड़ने और वैज्ञानिक मूल्य और प्रवृत्ति विकसित करने का एक तरीका है।”¹ इसी उद्देश्य से माध्यमिक स्कूल की विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में वैज्ञानिकों की जीवनियाँ शामिल की गई हैं। कक्षा-8 में विज्ञान पढ़ाने का एक अपेक्षित अधिगम प्रतिफल है : “बच्चे वैज्ञानिक खोजों की कहानियों पर चर्चा करें और उनका महत्व समझें।”² लेकिन विद्यार्थियों और सहकर्मियों के साथ बातचीत से पता चला कि विद्यार्थियों को अक्सर स्वयं ही पाठ्यपुस्तक के इन हिस्सों का अध्ययन करने के लिए कहा जाता है। कुछ मामलों में, शिक्षक उन विवरणों का

चयन करते हैं जो परीक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण हों और उन्हें कक्षा में बोर्ड पर लिख देते हैं। बच्चों से कहा जाता है कि वे इन विवरणों को अपनी नोटबुक में उतारकर याद कर लें।

मैं जिस ग्रामीण परिवेश में पढ़ाता हूँ, वहाँ मैंने ऐसे कई प्रसंग देखे हैं जहाँ बच्चे एक सामान्य लक्ष्य की दिशा में एक समूह के रूप में मिलकर काम करने की पहल करते हैं। उनका लक्ष्य काफ़ी सरल हो सकता है, जैसे किसी नज़दीकी जगह की यात्रा की योजना बनाना या ‘टीम खेल’ खेलना। ऐसे प्रत्येक प्रसंग में, बच्चे इस लक्ष्य को पूरा करने के लिए एक योजना बनाते हैं, इस योजना के कार्यान्वयन में प्रत्येक व्यक्ति की भूमिका तय करते हैं, आवश्यक जानकारी एकत्र करते हैं और उसका विश्लेषण करके ज़रूरी निर्णय लेते हैं। ये क्रमशः शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ़-एसई) 2023 में विज्ञान पढ़ाने के लिए सुझाए गए प्रोजेक्ट-केन्द्रित

तरीके का हिस्सा हैं : “यह दृष्टिकोण कक्षा के भीतर होने वाले अधिगम को कक्षा के बाहर जारी रखने और कुछ समयावधि तक उसे विस्तारित करने की अनुमति देता है। उदाहरण के लिए, चन्द्रमा की कलाओं को समझने के लिए महीने भर में चन्द्रमा में होने वाले परिवर्तनों का अवलोकन करना। इस प्रक्रिया को दैनिक जीवन से भी जोड़ा जाता है। प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीका विद्यार्थियों को कलाकृतियाँ/उत्पाद (चार्ट, प्रस्तुतियाँ, भाषण) तैयार करने की गुंजाइश देता है जो उनकी उभरती समझ दर्शाते हैं और सम्प्रेषित करते हैं। यह विभिन्न पाठ्यक्रम क्षेत्रों में अवधारणाओं के एकीकरण की भी अनुमति देता है।”¹ चूँकि ग्रामीण बच्चे अपनी रोजमर्रा की दुनिया में प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीके का उपयोग इतनी सहजता और प्रभावी ढंग से करते हैं, इसलिए मैंने अपनी कक्षा-8 के विद्यार्थियों को वैज्ञानिकों की जीवनी से परिचित कराने के लिए इसका उपयोग करने का फैसला किया।

कक्षा में मेरी प्रक्रिया

चरण-1 : कक्षा-8 की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) में आठ वैज्ञानिकों की जीवनियाँ शामिल हैं : लुई पाश्चर, अलेक्जेंडर फ्लेमिंग, एडवर्ड जेनर, रॉबर्ट कोच, इयान विल्मुट, ओटो वॉन गेरिक, विलियम निकल्सन और बेंजामिन फ्रैंकलिन।

इनमें से कोई भी वैज्ञानिक भारत से नहीं है। शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीईएफ-एसई) 2023 के अनुसार, माध्यमिक स्तर पर विज्ञान शिक्षा के पाठ्यचर्या लक्ष्यों में से एक यह सुनिश्चित करना है कि प्रत्येक विद्यार्थी : “बीते समय में और वर्तमान समय में विज्ञान के समग्र क्षेत्र में भारत का योगदान समझे और उसकी सराहना करे, जिसमें इसके घटक विषय भी शामिल हैं।”¹ इस उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए, मैंने उन भारतीयों की एक सूची तैयार की, जिनका विज्ञान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान रहा है। इनमें सुश्रुत, चरक, कणाद, आर्यभट्ट, भास्कराचार्य,

वराहमिहिर, ब्रह्मगुप्त, नागार्जुन, बीरबल साहनी, हरगोविन्द खुराना, मेघनाद साहा, एम.एस. स्वामीनाथन, होमी जहाँगीर भाभा, विक्रम साराभाई, ए.पी.जे. अब्दुल कलाम, सी.वी. रमन, श्रीनिवास रामानुजन, जगदीश चन्द्र बोस और सत्येन्द्र नाथ बोस शामिल थे। इनमें से दो वैज्ञानिकों के बारे में कक्षा-6 की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) में बताया गया है।

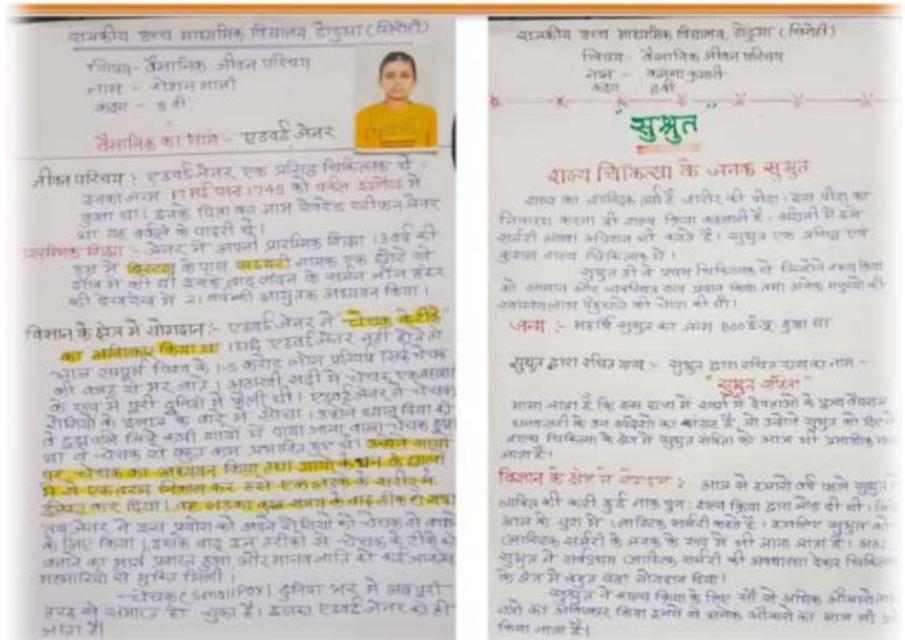
चरण-2 : मैंने इन वैज्ञानिकों की तस्वीरें एक मोटे कार्डबोर्ड पर चिपकाकर कक्षा में प्रदर्शित कीं। मैंने अपने विद्यार्थियों को इन तस्वीरों को देखने के लिए 10 मिनट दिए और पूछा कि क्या वे उनमें से किसी को पहचानते हैं। मेरे विद्यार्थी जिस एकमात्र वैज्ञानिक को जानते थे (थोड़ा-बहुत) वे अब्दुल कलाम थे। उनके नाम के अलावा, वे जानते थे कि कलाम एक वैज्ञानिक थे और भारत के राष्ट्रपतियों में से एक थे। मैंने कार्डबोर्ड पर प्रदर्शित प्रत्येक वैज्ञानिक का नाम बताया।

चरण-3 : विद्यार्थियों की सहमति से, मैंने प्रत्येक विद्यार्थी का नाम मेरी सूची में शामिल

वैज्ञानिकों में से एक के नाम पर रखा। उनका काम उनके नाम वाले वैज्ञानिक के बारे में जानकारी खोजना था। अपेक्षा यह थी कि दो सप्ताह पूरे होने पर वे उस वैज्ञानिक की जीवनी प्रस्तुत करेंगे। जीवनी में इस तरह के विवरण शामिल हो सकते हैं : (क) हम उस वैज्ञानिक के जीवन और उनके सामने आने वाली चुनौतियों के बारे में क्या जानते हैं, (ख) विज्ञान के क्षेत्र में उनका क्या योगदान था और (ग) हमने उनके काम से क्या सीखा है या उनके योगदानों से हमें किस तरह लाभ हुआ है। मैंने उन्हें किताबों, अखबारों, पत्रिकाओं और इंटरनेट पर यह जानकारी खोजने के लिए प्रोत्साहित किया।

चरण-4 : मैंने देखा कि मेरे विद्यार्थी यह कार्य गम्भीरता से कर रहे थे। उसके बाद के दिनों में, मैंने उन्हें आपस में, अपने भाई-बहनों और स्कूल के अन्य शिक्षकों के साथ अपने प्रोजेक्ट पर चर्चा करते सुना। कुछ विद्यार्थी मेरे पास आए और उन्होंने जो कुछ सीखा था, उसे साझा किया या पूछा कि उन्हें कुछ और जानकारी कहाँ से मिल सकती है। दो सप्ताह पूरे होने पर, प्रत्येक

विज्ञान शिक्षण में खोजबान के अवसर- वैज्ञानिक जीवनियाँ



चित्र-1 : विद्यार्थियों द्वारा लिखी गई वैज्ञानिकों की जीवनीयों के उदाहरण।

Credits: Naresh Kumar Sen. Licence: CC BY-NC-ND.

क्या करें :

यहाँ छह भारतीय वैज्ञानिकों के फ़ोटो दिए गए हैं। कुछ मिनट निकालकर उन्हें देखें। आप इनमें से कितनों को पहचान सकते हैं?



(क).....



(ख).....



(ग).....



(घ).....



(ङ).....



(च).....

आपकी मदद के लिए यहाँ कुछ संकेत दिए गए हैं :

(क) क्या आपको गन्ना चूसने में मज़ा आता है? क्या आप जानते हैं कि हम दुनिया के दूसरे हिस्सों से गन्ना आयात करते थे, जब तक कि इस वैज्ञानिक (1897-1984) ने ऐसी किस्में विकसित नहीं कीं जो देशी भारतीय किस्मों से ज्यादा मीठी थीं और आयातित किस्मों की तुलना में हमारे देश में उगाने के लिए ज्यादा उपयुक्त थीं? उन्हें कभी-कभी 'पहली भारतीय महिला वनस्पतिशास्त्री' भी कहा जाता है। आपकी कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-2 (सजीव जगत में विविधता) में साइलेंट वैली आन्दोलन और भारतीय पौधों की विविधता के दस्तावेज़ीकरण में उनकी भूमिका पर प्रकाश डाला गया है।

- (ख) कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-7 (ताप एवं उसका मापन) में इस वैज्ञानिक (1918-2001) का परिचय 'भारत की मौसम महिला' के रूप में दिया गया है। उन्होंने नमी, वर्षा, वायुदाब और हवा की गति जैसी मौसम सम्बन्धी घटनाओं का सटीक मापन करने के लिए कई उपकरणों का आविष्कार किया। इससे दूसरे देशों से वैज्ञानिक उपकरण आयात करने की हमारी जरूरत घट गई। उन्होंने अपने एक उपकरण का इस्तेमाल ओज़ोन परत की मोटाई मापने के लिए भी किया। आपने कक्षा-7 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-5 (भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन) में ओज़ोन के बारे में पढ़ा है। उनके मापों ने हमें पृथ्वी पर जीवन की रक्षा में इस परत के महत्त्व को समझने में मदद की है।
- (ग) कक्षा-5 की पर्यावरण विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-8 (मच्छरों की दावत?) में, आपने पढ़ा कि बीमारी फैलाने वाले मच्छर द्वारा काटे जाने पर हमें कैसे मलेरिया हो सकता है। कक्षा-8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-2 (सूक्ष्मजीव : मित्र एवं शत्रु) में इस बीमारी के फैलाव को रोकने के लिए आपके द्वारा अपनाए जा सकने वाले सरल उपाय बताए गए हैं। लेकिन अगर आपको मलेरिया हो जाए, तो क्या होगा? इस वैज्ञानिक (1917-2006) ने मूल रूप से भारत में पाए जाने वाले पौधों से औषधीय महत्त्व के कई रसायनों को अलग किया। इनमें से कुछ का उपयोग मलेरिया के इलाज के लिए एक दवा विकसित करने के लिए किया।
- (घ) कुछ दम्पतियों को प्राकृतिक रूप से बच्चे पैदा करने में मुश्किल का सामना करना पड़ता है। कक्षा-8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-6 (जन्तुओं में जनन) में आपने पढ़ा कि किस तरह इन-विट्रो फर्टिलाइजेशन ऐसे दम्पतियों को परखनली शिशु पैदा करने में मदद कर सकता है। यह वैज्ञानिक (जन्म 1946) भारत में इस प्रक्रिया को आजमाने वाले प्रथम व्यक्तियों में से एक हैं। वे उन दो व्यक्तियों में से एक हैं जिन्होंने भारत के पहले परखनली शिशु में से एक हर्षा चावड़ा को जन्म देने वाली मेडिकल टीम का नेतृत्व किया था।
- (ङ) कक्षा-8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-1 (फसल उत्पादन और प्रबन्धन) में आपने पढ़ा कि खाद्यान्न उगाने में पानी कितना महत्त्वपूर्ण है। हमारे किसान पानी के लिए मानसून और भूजल पर निर्भर हैं। लेकिन हम भूजल का बहुत तेज़ी से उपयोग कर रहे हैं। कई बार मानसून देर से आता है या पर्याप्त वर्षा नहीं ला पाता है। इससे हमें सूखे का खतरा होता है। सूखे के कारण फसलें खराब हो सकती हैं और लाखों लोग मर सकते हैं। इस वैज्ञानिक (जन्म 1956) ने गेहूँ, चावल और शहतूत के ऐसे बीज विकसित किए हैं जो गम्भीर सूखे की स्थिति में भी उग सकते हैं।
- (च) आपने अपने माता-पिता, शिक्षकों और कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-25) के अध्याय-3 (उचित आहार : स्वस्थ शरीर का आधार) से सन्तुलित आहार के महत्त्व और अपर्याप्त पोषण से किस तरह बीमारियाँ हो सकती हैं, के बारे में सीखा होगा। लेकिन कई बच्चे और वयस्क पौष्टिक भोजन नहीं खरीद सकते। इस वैज्ञानिक (1911-1998) ने नारियल ताड़ के रस से तैयार किए जाने वाले एक आमतौर पर उपलब्ध, मीठे और सस्ते पेय, नीरा के पोषण मूल्य (value) का अध्ययन किया। उन्होंने दिखाया कि कुपोषित किशोरों और गर्भवती महिलाओं के आहार में इस पेय को शामिल करने से उनके स्वास्थ्य में सुधार हो सकता है।

(क) Credits: Modern Review, February 1938, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Janaki_Ammal#/media/File:E_K_Janaki_Ammal.jpg. License: CC0.

(ख) Credits: IkaWiki3, Wikimedia Commons. URL: <https://bit.ly/3OEPIUH>. License: CC BY-SA 4.0.

(ग) Credits: Indian Academy of Sciences (IAS), Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Asima_Chatterjee_1.jpg. License: Used here under the non-profit educational clause of the Fair Use doctrine.

(घ) Credits: Biospectrum. URL: <https://bit.ly/41kK7un>. License: Used here with permission from Indira Hinduja.

(ङ) Credits: AcSIR. URL: <https://acsir.res.in/paramjit/>. License: Used here with permission from Paramjit Khurana.

(च) Credits: Indian Academy of Science, Bengaluru. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Kamala_Sohonie.jpg#filehistory. License: Used here under the non-profit educational clause of the Fair Use doctrine.

रचनाकार:

iwonder..
Rediscovering school science

विजेता रघुराम सेंटर फॉर सेल्युलर एंड मॉलिक्यूलर बायोलॉजी (सीसीएमबी), हैदराबाद से पीएचडी की डिग्री प्राप्त एक विज्ञान संचारक हैं। उनसे vijeta.raghuram@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : सुबोध जोशी पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



विद्यार्थी ने उनके नाम वाले वैज्ञानिक के बारे में एक-एक लेख प्रस्तुत किया (चित्र-1 देखें)।

चरण-5 : विद्यार्थियों को एक समूह के रूप में एक साथ लाने के लिए, मैंने उनमें से प्रत्येक को दिए गए नाम वाले वैज्ञानिक की भूमिका निभाने के लिए कहा। साथ ही उस वैज्ञानिक के बारे में जो कुछ भी उन्होंने सीखा उसे कक्षा में प्रस्तुत करने के लिए आमंत्रित किया। मेरे विद्यार्थियों को यह कार्य पसन्द आया। इससे उन्हें अपना स्वयं का काम साझा करने और उन वैज्ञानिकों के बारे में सुनने का मौका मिला जिन पर उनके साथियों ने शोध किया था।

चरण-6 : मैंने कक्षा में चर्चा के साथ प्रोजेक्ट समाप्त किया। मैंने अपने विद्यार्थियों को वह साझा करने के लिए आमंत्रित किया जो उन्होंने अपने और अपने साथियों के काम से सीखा था। इस अभ्यास ने उन्हें एक समूह के रूप में अपनी सीख पर विचार करने और उसे व्यक्त करने का मौका दिया।

चलते-चलते

विद्यार्थियों को भारतीय वैज्ञानिकों के जीवन और योगदान से परिचित कराने के लिए प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीके का इस्तेमाल करने

के कई फायदे थे। विद्यार्थियों को दिए गए व्यक्तिगत कार्य ने उनकी जिज्ञासु प्रकृति और खुद से नई चीजों की खोज करने के प्रति उनमें रुचि जगाई। जीवनी लिखने की प्रक्रिया ने उन्हें विभिन्न स्रोतों से जानकारी एकत्र करने, इसे समझने और मान्य निष्कर्षों तक पहुँचने के लिए इस जानकारी का विश्लेषण करने और उन्होंने जो कुछ भी सीखा था उसे अपने साथियों और शिक्षकों को सम्प्रेषित करने जैसे कौशल विकसित करने का मौका दिया। कक्षा प्रस्तुतियों ने विद्यार्थियों को अपने साथियों से सुनने और सीखने का मौका दिया। ये विज्ञान में ज्ञान निर्माण के महत्वपूर्ण पहलू हैं।

अपनी प्रस्तुतियों के बाद हुई चर्चा में, विद्यार्थियों ने बताया कि कैसे सुश्रुत, लुई पाश्चर, एडवर्ड जेनर, बेंजामिन फ्रैंकलिन और एम.एस. स्वामीनाथन जैसे वैज्ञानिकों के काम के बारे में जानने से उन्हें अपनी वास्तविक दुनिया में विज्ञान की उपयोगिता का पता चला। इस अवलोकन ने उन कई तरीकों पर चर्चा को आगे बढ़ाया, जिनसे भारत और दुनिया के अन्य हिस्सों के वैज्ञानिकों के योगदान ने न केवल जानें बचाने में मदद की है, बल्कि हमारे जीवन की गुणवत्ता में भी सुधार किया है। विद्यार्थियों ने

यह भी बताया कि कैसे इस प्रोजेक्ट ने उनकी दो सबसे आम मान्यताओं को चुनौती दी : (क) वैज्ञानिक शायद ही कभी भारतीय होते हैं और (ख) वैज्ञानिकों के पास विशेष क्षमताएँ होती हैं जो उन्हें अन्य लोगों से बहुत अलग बनाती हैं (मेरे विद्यार्थियों के शब्दों में, वे 'सामान्य' लोगों की तुलना में 'अधिक चतुर' या 'अधिक बुद्धिमान' थे)।³ इस प्रोजेक्ट के माध्यम से, विद्यार्थियों ने ऐसे कुछ भारतीयों के बारे में जाना जिन्होंने विज्ञान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान दिया है (देखें गतिविधि शीट : ये वैज्ञानिक कौन हैं?)। जैसे-जैसे उन्होंने इन वैज्ञानिकों के जीवन का दस्तावेजीकरण किया और कक्षा में उनकी भूमिका निभाई, वे उन वैज्ञानिकों से परिचित होने लगे जिनका नाम उन्हें दिया गया था। इस प्रोजेक्ट के पूरा होने के कुछ समय बाद तक विद्यार्थी एक-दूसरे को उनके वास्तविक नामों की बजाय उन वैज्ञानिकों के नाम से पुकारते थे जिन पर उन्होंने शोध किया था। सबसे महत्वपूर्ण बात यह रही कि अब वे अपनी पाठ्यपुस्तकों में दी गई जीवनियों को सहज रुचि और जिज्ञासा के साथ देखते थे, न कि परीक्षाओं के लिए यंत्रवत याद की जाने वाली सामग्री के रूप में।

मुख्य बिन्दु

- वैज्ञानिकों की जीवनियाँ विद्यार्थियों को विज्ञान की प्रक्रिया से परिचित कराने का एक प्रभावी और आकर्षक तरीका हो सकती हैं।
- एक प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीका जो विद्यार्थियों को वैज्ञानिकों के जीवन और कार्य के प्रमुख पहलुओं का अपने साथियों के साथ दस्तावेजीकरण करने और साझा करने के लिए आमंत्रित करता है, उन्हें वैज्ञानिक ज्ञान इकट्ठा करने, उसका विश्लेषण करने और सम्प्रेषित करने जैसे कौशल विकसित करने में मदद कर सकता है।
- भारत के साथ-साथ दुनिया के अन्य हिस्सों के वैज्ञानिकों पर ध्यान केन्द्रित करने से विद्यार्थियों को इस बारे में अपनी कुछ मान्यताओं को जाँचने का मौका मिलता है कि वैज्ञानिक कहाँ से आते हैं और कौन वैज्ञानिक हो सकता है।
- वैज्ञानिक खोजों के पीछे जो व्यक्ति रहे हैं उनसे जुड़ने और यह देखने का अवसर कि इन खोजों ने हमारे जीवन को कैसे बेहतर बनाया है, विद्यार्थियों में विज्ञान और वैज्ञानिकों के प्रति रुचि विकसित करने में मदद कर सकता है जो परीक्षाओं से परे है।



आभार :

1. विज्ञान शिक्षण और अधिगम में सहयोग महत्वपूर्ण है। लेखक अपने संस्थान के प्रमुख सोनू मिस्त्री और उनके सहयोगियों टीना मिस्त्री और सरूपाराम को उनके निरन्तर सहयोग के लिए धन्यवाद देते हैं।
2. सम्पादक इस लेख के मसौदे को साझा करने के लिए अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के गजेन्द्र पाल चौहान और अमोल आनन्दराव काटे को धन्यवाद देते हैं। मसौदे की समीक्षा और डिज़ाइन के हर चरण को सुविधाजनक बनाने में मदद के लिए गजेन्द्र पाल का आभार। हम मूल हिन्दी में लिखे गए मसौदे के अँग्रेज़ी अनुवाद को साझा करने के लिए अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के राजेश उत्साही को धन्यवाद देते हैं। मसौदे में वर्णित प्रोजेक्ट-केन्द्रित तरीके पर इनपुट के लिए सौरव सोम और विनय सूरम को भी धन्यवाद देते हैं।

नोट्स :

1. Credits for the image used in the background of the article title: Constructing knowledge, Kathas_Fotos, Pixabay. URL: <https://pixabay.com/photos/jengawooden-blocks-game-strategy-6380189/>. लाइसेंस : CC0.
2. इस लेख में एक अलग करने योग्य कक्षा संसाधन शामिल हैं: **गतिविधि शीट : ये वैज्ञानिक कौन हैं?** शीट में दर्शाए गए वैज्ञानिक हैं : (क) जानकी अम्मल, (ख) अन्ना मणि, (ग) असीमा चटर्जी, (घ) इन्दिरा हिन्दुजा, (ङ) परमजीत खुराना और (च) कमला सोहोनी। यदि आप अपनी कक्षा में इस गतिविधि को आजमाते हैं, तो आप किन वैज्ञानिकों को शामिल करेंगे और क्यों? हमें बताने के लिए iwonder@apu.edu.in पर लिखें।

References:

1. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
2. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. April 2017. National Council of Educational Research and Training, Sri Aurobindo Marg, New Delhi. ISBN 978-93-5007-785-6. URL: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf>.
3. The Nobel Prize Inspiration Initiative (NPII). 'The five myths about scientists according to Nobel Laureate Martin Chalfie'. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=OTBbK6cuuv5>.



नरेश कुमार सेन सिरौही (राजस्थान) में राजकीय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय डोडुआ में विज्ञान शिक्षक के रूप में काम करते हैं। आप बीएससी, बीएड हैं और आपको शिक्षण कार्य का 12 साल का अनुभव है।

अनुवाद : सुबोध जोशी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

‘वे सब जो साँस लेते हैं’: शिकारी पक्षी क्यों महत्वपूर्ण हैं?



डेबोराह दत्ता

क्या बीमार और घायल काली चीलों को बचाने पर बनी कोई फ़िल्म विद्यार्थियों का ध्यान उनके अपने पर्यावरण में पाए जाने वाले शिकारी पक्षियों की ओर आकर्षित कर सकती है? क्या यह स्वस्थ पारिस्थितिक तंत्रों को बनाए रखने में इन मांसभक्षी पक्षियों की भूमिका को समझने में विद्यार्थियों की मदद कर सकती है? हम इस फ़िल्म का इस्तेमाल जन्तुओं और मनुष्यों की आपसी निर्भरता पर रोशनी डालने के लिए कैसे कर सकते हैं?

“इस तहखाने में वक्रत अलग ही तरीके से गुज़रता है। कभी-कभी मुझे लगता है कि यहाँ काम करते-करते मेरा कलेजा फट जाएगा और उसमें से चीलें उड़ेंगी।” सऊद की आँखें जब एक चील की आँखों से मिलती हैं, जिसके पंख पर पट्टी बँधी हुई है, तो उसके चेहरे पर दुख, प्रेम और धीरज के मिले-जुले भाव आते हैं (चित्र-1 देखें)। पिछले बीस सालों से मोहम्मद सऊद और उनके भाई नदीम शहजाद बीमार और घायल शिकारी पक्षियों (मुख्य रूप से काली चीलों) की देखभाल एक कामचलाऊ अस्थायी अस्पताल में करते आए हैं। यह अस्पताल दिल्ली में उनके अपने घर में है जो दुनिया के सबसे अधिक प्रदूषित महानगरों में शुमार है। ऑस्कर पुरस्कार के लिए नामांकित वृत्तचित्र ‘वे सब जो साँस लेते हैं’ (All that breathes) एक भारतीय फ़िल्म निर्माता शौनक सेन द्वारा बनाया गया



चित्र-1 : काली चील (*Milvus migrans*)। विद्यार्थियों से पूछें : क्या यह पक्षी आपके आस-पास दिखाई देता है? आप इसके बारे में क्या जानते हैं? आप इसके विभिन्न लक्षणों : आकार, चोंच, पंजों और रंग का वर्णन कैसे करेंगे? खाद्य जाल में इनकी क्या भूमिका होती है?

Credits: Andreas Trepte, Wikimedia Commons.
URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schwarzmilan.jpg>. License: CC-BY-SA 4.0 International Deed.

बॉक्स-1 : पाठ्यचर्या से सम्बन्ध

विद्यार्थी प्राथमिक कक्षाओं (कक्षा-3,4) में पर्यावरण अध्ययन की और माध्यमिक कक्षाओं (कक्षा-6,8) में विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में जीव-जगत के बारे में जो सीखते हैं, उसे इन संसाधनों की मदद से उनके वास्तविक जगत से कई तरीकों से जोड़ा जा सकता है (देखें गतिविधि शीट I : आपके आकाश में चीलें; गतिविधि शीट II : अन्य शिकारी पक्षियों से मिलें, और शिक्षक निर्देशिका : गतिविधि शीट I और II)। यह राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 द्वारा वर्णित शालेय शिक्षा के उद्देश्यों को प्राप्त करने का एक सौम्य और गैर-निर्देशनात्मक तरीका भी हो सकता है : “शिक्षा प्रणाली का उद्देश्य ऐसे अच्छे मनुष्यों का निर्माण करना है जो तार्किक विचार और क्रिया कर सकते हों, जिनमें करुणा और समानुभूति हो, साहस और लचीलापन हो, वैज्ञानिक स्वभाव और रचनात्मक कल्पनाशीलता हो, और साथ में सुदृढ़ नैतिक आधार और मूल्य हों।” इसका इस्तेमाल शालेय शिक्षा के लिए

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ-एसई) 2023 में दिए गए सामाजिक जुड़ाव की क्षमता के रूप में वर्णित करने के लिए भी किया जा सकता है जिसमें भावनात्मक पहलू शामिल हों : “समानुभूति और दया भाव केवल मूल्य या स्वभाव नहीं हैं; वह क्षमताएँ हैं जो सायास व्यवहार से ही विकसित की जा सकती हैं।” अन्त में, इस कहानी के इर्द-गिर्द ऐसी गतिविधियों की योजना बना सकते हैं जो शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2023 में दिए गए पाठ्यचर्या के निम्नलिखित उद्देश्यों से मेल खाती हों :

(क) प्राथमिक स्तर :

CG-2 : पर्यावरण में आपसी निर्भरता को विद्यार्थी अवलोकन और अनुभवों के माध्यम से समझता है ताकि ‘वसुधैव कुटुम्बकम्’ की कल्पना का आधार विकसित हो सके। खासतौर पर, इससे विद्यार्थियों में : “पर्यावरण में बदलावों को परिवार और समुदाय के जीवन से जोड़ने की क्षमता विकसित हो सके, जैसा उन्हें बुजुर्गों ने और स्थानीय कहानियों के माध्यम से बताया था (व्यवसाय, खानपान की आदतों, संसाधनों,

उत्सवों, सम्प्रेषण में बदलाव)।”

CG-4 : विद्यार्थी में सामाजिक और पर्यावरणीय संवेदनशीलता विकसित होती है। खासतौर पर, इससे विद्यार्थियों में : “पौधों, पक्षियों और जीव-जन्तुओं की आवश्यकताओं को पहचानने, और उन्हें सहारा देने (पानी, मिट्टी, भोजन, देखभाल) की क्षमता विकसित हो सकती है।”

(ख) माध्यमिक स्तर :

CG-3 : यह वैज्ञानिक दृष्टि से जीव-जगत की खोजबीन करता है। यह विद्यार्थियों को निम्नलिखित क्षमताएँ विकसित करने और उनका इस्तेमाल करने के क्वाबिल बनाता है :

- “प्राकृतिक परिवेश में देखे गए जीवधारियों की विविधता का वर्णन करना (कीट, केंचुए, घोंघे, पक्षी, स्तनधारी, सरीसृप, मकड़ियाँ, विविध प्रकार के पौधे और कवक)।”
- “जीवधारियों और उनके पर्यावरण के बीच सम्बन्धों के पैटर्नों का विश्लेषण निर्भरता और एक-दूसरे के लिए प्रतिक्रिया के सन्दर्भ में करना।”

है। यह सऊद और शहजाद के चील बचाव कार्य का सशक्त और संवेदनशील चित्रण है (चित्र-2 देखें)।

इस फ़िल्म में दोनों भाइयों और उनके प्यारे से सहायक सालिक रहमान की गतिविधियाँ दिखाई गई हैं जो साधारण-सी लगती

हैं। वह महानगर की तंग गलियों में घूम-घूमकर बीमार पक्षियों को खोजकर बचाते हैं (बॉक्स-1 देखें)। इस फ़िल्म में हमें शहर में रहने वाले कई जीव-जन्तुओं की झलक दिखाई देती है। गन्दी नालियों में घूमते सूअर; कूड़े में भटकता कछुआ; पानी भरी सड़कों पर चलती गायें; कूड़े के ढेर में कुछ खोजते चूहे; बिजली के तारों और निर्माण कार्य के बीच में से राह बनाते बन्दर; मक्खियों की भिनभिनाहट नेपथ्य में लगातार सुनाई देती है। और हमें दिखाई पड़ती हैं लैंडफ़िल में शहर के कूड़े के विशाल ढेरों पर मँडराती चीलें (चित्र-3 देखें)। फ़िल्म में सालिक एक स्थान पर अनुमान लगाता है कि एक चील प्रतिदिन 10-15 ग्राम भोजन लेती है। इसलिए वह कहता है कि लैंडफ़िल पर मँडराने वाली लगभग 10,000 चीलें एक दिन में 100-150 किलोग्राम कूड़ा खा जाती हैं। फिर सऊद शहर की तुलना आमाशय



चित्र-2 : फ़िल्म के रिलीज का पोस्टर (2022)। 93 मिनट की इस फ़िल्म का निर्देशन शौनक सेन ने किया है। ट्रेलर यहाँ देखें : <https://www.allthatbreathes.com/trailer> और पूरी फ़िल्म एचबीओ मैक्स पर देखी जा सकती है (<https://www.hbo.com/movies/all-that-breathes>)।



चित्र-3 : सूर्यास्त के समय गाज़ियाबाद में 80 एकड़ का एक लैंडफ़िल ।
 विद्यार्थियों से पूछें : आपका घर या स्कूल किसी लैंडफ़िल से कितनी दूर है? क्या आप कभी किसी लैंडफ़िल पर गए हैं या आते-जाते किसी लैंडफ़िल को देखा है? क्या आप सोच सकते हैं कि हम लैंडफ़िल बनाने में किस प्रकार योगदान देते हैं? काली चीलों और दूसरे शिकारी पक्षियों की लैंडफ़िल पर क्या भूमिका है? कूड़ा बीनने वाले क्या भूमिका निभाते हैं? क्या ये भूमिकाएँ आपस में जुड़ी हुई हैं?

Credits: Ted Mathys, 2009 AP Fellow, The Advocacy Project, Flickr.

URL: https://www.flickr.com/photos/advocacy_project/3638204454. License: CC BY-NC-SA 2.0 Generic Deed.

से और चीलों की तुलना उन बैक्टीरिया से करता है जो जीव-जन्तुओं को पचाने में मदद करते हैं।

अलग-अलग प्रजातियों के आपस में उलझे हुए जीवन यह याद दिलाते हैं कि प्रकृति से परे कोई स्थान नहीं है चाहे शहर इन आपसी सम्बन्धों के प्रति उदासीन क्यों न हों। हाशिए पर पड़ी जिन्दगियों (मानव और 'ग़ैर-मानव'

दोनों की) और उनके जीवन की नज़ाकत देखकर 'How to be a poet' (कवि कैसे बनें) कविता याद आती है :

“कोई स्थान अपवित्र नहीं है;
 केवल पवित्र स्थान हैं और वे स्थान हैं
 जिन्हें अपवित्र बना दिया गया है।”
 - वेंडेल बैरी²

सऊद और नदीम को वे कहानियाँ याद आती हैं जो उनकी माँ उन्हें बचपन में सुनाया करती थी। उनकी माँ की मृत्यु कैंसर से हो गई थी। इन कहानियों के मुख्य पात्र जीव-जन्तु व अन्य प्राणी हुआ करते थे और उनके आपसी सम्बन्ध जीवन के मूल तथ्यों की तरह इन कहानियों में गुंथे होते थे। हालाँकि, आपसी निर्भरता के ऐसे प्रकट रूप वह कारण नहीं हैं जिनकी वजह से यह दोनों भाई चीलों को बचाने का बिना फ़ायदे का काम कर रहे हैं। उनके सतत और बेचैन प्रयासों की प्रेरणा काफ़ी निजी और सशक्त है। सऊद और नदीम बताते हैं कि वह किस प्रकार चीलों को देखते हुए बड़े हुए। जब वे किशोरावस्था में थे तब उन्हें पहली बार एक घायल चील मिली और वे उसे पास के पक्षियों के अस्पताल में ले गए। लेकिन अस्पताल ने एक मांसभक्षी पक्षी को भर्ती करने से मना कर दिया। मुस्लिम धर्म में ऐसी मान्यता है कि चीलों को खाना खिलाने से आपकी चिन्ताएँ कम हो जाती हैं क्योंकि मांसभक्षी पक्षी 'आपकी चिन्ताओं को खा जाते हैं।' वह घायल चील इन भाइयों की पहली मरीज़ थी। फिर और पक्षी आते गए। सऊद और नदीम पिछले 15-20 सालों में लगभग 20,000 चीलों का इलाज कर चुके हैं।

हालाँकि इस काम के प्रति समर्पण आसान नहीं है। हम देखते हैं कि दोनों भाई अपने



चित्र-4 : दिल्ली के प्रदूषित आकाश का एक दृश्य। विद्यार्थियों से पूछें : इस आकाश की तुलना अपने शहर के आकाश से करें। आपके विचार से दिल्ली का प्रदूषण पौधों, जीव-जन्तुओं और मनुष्यों के स्वास्थ्य को कैसे प्रभावित करता होगा? आपके घर या स्कूल के पास की हवा कितनी प्रदूषित है?

Credits: Jean-Etienne Minh-Duy Poirrier, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/jepoirrier/5543835085>. License: CC-BY-SA 2.0 Generic Deed.

काम के लिए पैसों की कमी के चलते पक्षियों को खिलाने के लिए कसाई से मांस की क्रीम कम करने का अनुरोध करते हैं। कसाई मना कर देता है। बाद में, चीलों को खिलाने के लिए मांस का कीमा बनाते समय सालिक सऊद से पूछता है कि यदि वह मरने का स्वांग करे तो क्या चीलें उसे भी खा जाएँगी। सऊद मज़ाक़ में उससे कहता है कि कोशिश करके देखो, जबकि नदीम गम्भीरता से कहता है, “इन्सान यह भूल जाते हैं कि वे खुद मांस के टुकड़े हैं...।”

वृत्तचित्र शहर के असन्तोष और सीएए (नागरिकता संशोधन अधिनियम) के विरोध की पृष्ठभूमि में आगे बढ़ता है।³ नदीम यह सोचने लगता है कि उसके पिता के सरकारी पहचान पत्र में हिज्जे की एक ग़लती से उनकी नागरिकता जा सकती है। क्या इस तरह के मनमाने मापदण्ड किसी को ‘पराया बनाने’ की प्रक्रिया को इतना आसान बना सकते हैं? घर के बाहर, विरोध प्रदर्शनों के कारण फ़िरकापरस्त दंगों की आग भड़क

उठती है। शहर में एक दबा हुआ डर छाया हुआ है। हवा की गुणवत्ता इतने खतरनाक स्तर तक पहुँच चुकी है कि पक्षी आकाश से टपकने लगते हैं (चित्र-4 देखें)। फिर भी दोनों भाई अपना काम जारी रखते हैं मानो चीलों से भरे आकाश से निकलती कोई रहस्यमय शक्ति उन्हें प्रेरित कर रही हो।

चीलों के साथ सऊद के रिश्ते की बात करते हुए नदीम कहता है, “ऐसा कहते हैं कि शास्त्रीय संगीत गाते समय कोई किसी राग को अच्छी तरह गा दे तो परम आनन्द की अनुभूति होती है। लेकिन आप इस अनुभूति के मालिक नहीं बन सकते, पकड़कर नहीं रख सकते। एक क्षण के लिए आप उसे छू भर सकते हैं। सऊद इसी प्रकार की राहत को तब स्पर्श करता है जब चीलें उसके साथ होती हैं।”

खुद अपने काम को वह कैसे देखता है, यह बताते हुए नदीम अपने काम की तुलना एक बैंड-एड से करता है जिसे एक विशाल घाव पर लगाया जा रहा है जो यह पूरा शहर है।

वह यह भी स्वीकार करता है कि उसे अपने जीवन से कुछ और भी चाहिए।

जब उन्हें उनके काम के लिए विदेशी फ़ंडिंग लेने की औपचारिक अनुमति मिल जाती है तब हम एक राहत महसूस करते हैं। हम तब सऊद के दुख में भागीदार बन जाते हैं जब वह उन पक्षियों के मृत शरीरों से घिरा होता है जिन्हें वह बचा न सके।

वृत्तचित्र यह दिखाता है कि प्रदूषण, साम्प्रदायिक हिंसा और पक्षियों की बढ़ती मृत्यु दर के गन्दले पानी के बीच अपने काम को बढ़ाने की आशा में दोनों भाइयों का मनोबल कैसे ऊँची उड़ान भरता है लेकिन यह किसी महान कथानक या अन्तिम निर्णय तक नहीं पहुँचता, वह केवल उस सत्य की पुष्टि करता है जिसे हम भीतर तक महसूस कर सकते हैं: “चीजों की परवाह इसलिए नहीं की जाती क्योंकि उनका देश, या मज़हब, या राजनीति आप जैसी है। जिन्दगी खुद एक तरह की रिश्तेदारी है, हम सब हवा के बिरादर हैं। इसलिए हम पक्षियों को छोड़ नहीं सकते।”

मुख्य बिन्दु



- दिल्ली में बीमार और घायल शिकारी पक्षियों का बचाव और देखभाल करने वाले तीन व्यक्तियों की कहानी के माध्यम से ‘All that Breathes’ फ़िल्म हमें इन मांसभक्षी पक्षियों के साथ हमारे अन्तर्सम्बन्धों की खोजबीन करने के लिए आमंत्रित करती है।
- प्राथमिक स्तर के विद्यार्थियों को आस-पास के शिकारी पक्षियों के प्रति संवेदनशील और सहानुभूतिपूर्ण परिचय दिलाने के लिए इसका इस्तेमाल किया जा सकता है।
- शिकारी पक्षियों की लैंडफ़िल पर भूमिका की ओर ध्यान आकर्षित करके माध्यमिक स्तर के विद्यार्थी एक स्वस्थ पारिस्थितिक तंत्र बनाए रखने में इन पक्षियों की भूमिका के महत्त्व को समझ सकते हैं।
- यह फ़िल्म विद्यार्थियों और शिक्षकों को प्रजातियों की विविधता और आपसी निर्भरता को महसूस करने में भी मदद कर सकती है।



'All that breathes' फिल्म के पोस्टर में दिखाई गई चील एक काली चील है। आपने इसे कूड़े के ढेरों पर और लैंडफिल पर भोजन (मरे हुए जीव-जन्तुओं) की खोज में मँडराते हुए या झपट्टा मारकर जिन्दा मछलियों, चूहों, चमगादड़ों और दूसरे छोटे जानवरों को पकड़ते देखा होगा। यह भारत में देखी जाने वाली चार प्रकार की चीलों में से एक है :

(क)



(ख)



(ग)



(घ)



देखें और चर्चा करें :

- विभिन्न प्रकार की चीलों के उड़ते समय लिए गए फोटो का अवलोकन करें। क्या आप ऐसे कोई लक्षण देख पाए जो सबमें एक जैसे हों और आपके आस-पास दिखने वाले पक्षियों से अलग हों?
- क्या आप चारों प्रकार की चीलों को अलग-अलग पहचान सकते हैं? इनमें पहचाने जा सकने वाले सबसे महत्वपूर्ण अन्तर कौन-से हैं?

- तालिका में बाईं ओर इन पक्षियों के कुछ लक्षण दिए गए हैं। जब आप इन्हें आकाश में देखते हैं तो शायद इन लक्षणों में से एक या अधिक को देख सकेंगे। आप इन लक्षणों का विवरण अपने दोस्तों को कैसे देंगे? उदाहरण के लिए, यह सोचें कि आप चीलों के फ़ोटो में प्रत्येक गुणधर्म में आकार, आकृति और रंग के बारे में क्या देख सकते हैं।

यह कैसा दिखता है?	(क)	(ख)	(ग)	(घ)
सिर				
आँखें				
चोंच				
पंख				
पूँछ				
शरीर				

- जो लोग नियमित रूप से पक्षियों का अवलोकन करते हैं वह इन्हें कुछ नामों से बुलाते हैं। इन प्रचलित नामों से हमें चीलों की पहचान करने में मदद मिल सकती है। क्या आप इन पक्षियों के प्रचलित नामों का मेल उनके फ़ोटो से कर सकते हैं?

फ़ोटो	प्रचलित नाम
(क)	ब्राह्मिनी चील
(ख)	काले पंखों वाली चील
(ग)	काले कान वाली चील
(घ)	काली चील

- क्या आप इन चीलों के लिए एक अलग नाम सोच सकते हैं? यह अँग्रेज़ी या किसी दूसरी भाषा में हो सकता है। ऐसा नाम चुनें जो आपके दोस्तों को पक्षी को (उड़ते हुए भी) पहचानने में मदद करे। नाम ऐसा चुनें जो बहुत लम्बा न हो और याद रखने में मुश्किल भी नहीं।
- इन पक्षियों को आकाश में खुद देखें और अपने अवलोकन नीचे दी गई तालिका में दर्ज करें।

अवलोकन	(क)	(ख)	(ग)	(घ)
क्या आपने इस पक्षी को अपने आकाश में देखा है?				
आपने दिन के किस समय में इस पक्षी को आकाश में देखा है?				
यह पक्षी कितना बड़ा है? काँए से तुलना करके बता सकते हैं।				
इसके पंख कितने चौड़े हैं? तुलना इसके शरीर की लम्बाई से कर सकते हैं।				
आप इसकी उड़ान का वर्णन अपने दोस्तों के लिए कैसे करेंगे?				
क्या आपने इस पक्षी को शिकार करते या खाते हुए देखा है? यह क्या खाता है?				
यह शिकार करने और खाने के लिए अपनी आँखों, चोंच और पंजों का इस्तेमाल कैसे करता है?				
इस पक्षी में आप कोई और लक्षण देख पाए?				

चित्रों के स्रोत :

- (क) Ron Knight from Seaford, East Sussex, United Kingdom, Wikimedia Commons. URL: <https://bit.ly/41GkEvo>. License: CC-BY 2.0. Generic Deed.
- (ख) Dr. Raju Kasambe, Wikimedia Commons. URL: <https://bit.ly/3Dfndul>. License: CC-BY-SA 4.0 International Deed.
- (ग) Dhaval Vargiya, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black-winged_Kite_at_Rajkot.jpg. License: CC-BY-SA 4.0 International Deed.
- (घ) Rakeshkdogra, Wikimedia Commons. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brahminy-kite.jpg>. License: CC-BY-SA 3.0 Unported Deed.

रचनाकार :

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते

पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

चीलें शिकारी पक्षी होती हैं। शिकारी पक्षियों के बारे में हमें जो जानकारी है :

- ये दिनचर पक्षी होते हैं जो दूसरे जन्तुओं (उनके शिकार) का भक्षण करते हैं। कुछ पक्षी अपने भोजन का शिकार करते समय उन्हें पकड़कर मार डालते हैं। कुछ शिकारी पक्षी मरे हुए जन्तुओं को खाते हैं। कुछ दोनों प्रकार से भोजन प्राप्त करते हैं।
- शिकारी पक्षियों को अंग्रेजी में 'रैंप्टर' कहते हैं। यह शब्द लैटिन भाषा से आया है जिसका मतलब 'पकड़ना या जकड़ना' होता है। इन पक्षियों के आठ नुकीले नाखून (जिन्हें टैलंस कहते हैं) होते हैं जिनकी मदद से यह अपने शिकार को मज़बूती से जकड़ लेते हैं।
- इनकी हुक के समान मुड़ी हुई चोंच शिकार को बेधने (नोचने) के काम आती है।
- इनकी दृष्टि बहुत पैनी होती है। यह हमसे चार गुना ज़्यादा दूर तक देख सकते हैं। इसकी मदद से यह ज़मीन से कई हज़ार फुट ऊपर मँडराते हुए भी अपने शिकार को देख लेते हैं।
- शरीर की बनावट और खाने की आदतों के कारण (यह 'पीड़कों' या मरे हुए जन्तुओं को खाते हैं) लोग इन्हें गन्दे, डरावने या घृणा के पात्र समझते हैं।
- इनकी खाने की आदतों के कारण ये पीड़कों (जैसे चूहे जो हमारी फ़सलों और भण्डारित अनाज को खा जाते हैं) की आबादी को नियंत्रण में रखते हैं और मरे हुए जानवरों के शरीरों को हटा देते हैं (जिन्हें यदि न हटाया जाए तो यह बीमारियों के फैलने का कारण बन सकते हैं)।
- सूखे की परिस्थितियों, हमारे द्वारा इस्तेमाल में लाए जाने वाले कीटनाशकों, और मानवीय गतिविधियों के चलते प्राकृतवासों में कमी के कारण इन पक्षियों का अस्तित्व ख़तरे में पड़ गया है। वैज्ञानिक मानते हैं कि इनकी संख्या में कमी पर्यावरण के स्वास्थ्य के बारे में चेतावनी है।



केवल चीलें ही शिकारी पक्षी नहीं होतीं। दूसरे प्रकार के शिकारी पक्षी भी भारत में पाए जाते हैं :

- (क) भारतीय गिद्ध : यह गाँवों में खुले खेतों में और शहरों में कूड़े के ढेरों के पास दिखाई पड़ते हैं। यह ज़्यादातर मरे हुए जन्तुओं, जिनमें मवेशी भी शामिल हैं, को खाते हैं।
- (ख) शिकरा : यह छोटे पक्षी ज़्यादातर चूहों, गिलहरियों, दूसरे छोटे पक्षियों, छिपकलियों और खेतों, शहरों व जंगलों में पाए जाने वाले कीटों को खाते हैं।
- (ग) भारतीय चित्तीदार गिद्ध : यह जंगलों, दलदलों और घास के मैदानों में रहते हैं। बस्तियों में बिरले ही दिखते हैं। यह ज़्यादातर छोटे जन्तुओं जैसे चूहों, मेंढकों, छिपकलियों, छोटे पक्षियों और कीटों को खाते हैं।

अवलोकन करें :

थोड़ा समय लगाकर विभिन्न प्रकार के शिकारी पक्षियों के फ़ोटो देखें। फिर अपने अवलोकनों को नीचे दी गई तालिका में दर्ज करें।

तस्वीरें	(क)	(ख)	(ग)
आप उसकी आँखों का वर्णन कैसे करेंगे?			
उसकी चोंच का रंग कैसा है? चोंच मोटी है या पतली? कितनी लम्बी है? इसका आकार कैसा है? यह हल्की लगती है या भारी?			
क्या आप इसके पैर देख सकते हैं? पंजे लम्बे हैं या छोटे?			
क्या आपको कोई और लक्षण रोचक लगे?			
क्या आपने इस पक्षी को अपने आस-पास देखा है? अगर हाँ, तो आपने कहाँ देखा है? (उदाहरण के लिए किसी बिजली के तार पर, ऊँचे उड़ते हुए, पेड़ पर या ज़मीन पर बैठे हुए, या किसी मकान या पहाड़ी पर।)			
क्या इस पक्षी का कोई स्थानीय नाम है? आपके समुदाय के बुजुर्ग इसे किस नाम से जानते हैं? वह इसके बारे में और क्या जानते हैं?			

सोचें और चर्चा करें :

- उड़ने वाले कई पक्षी मांसाहारी होते हैं। इस शीट में दिए गए पक्षी अलग क्यों हैं?
- सोचें कि यह पक्षी कहाँ रहते और शिकार करते होंगे। क्या आप सोच सकते हैं कि निम्नलिखित में बदलाव का इन पर क्या प्रभाव पड़ता होगा :
 - (क) हवा में धुएँ और धूल की मात्रा?
 - (ख) हम अपने ठोस कचरे का प्रबन्धन कैसे करते हैं?
 - (ग) हम हमारे खेतों में क्या उगाते हैं और मवेशियों की देखभाल कैसे करते हैं?
 - (घ) हमारे घर और खेत के आस-पास उग रहे पेड़ों की संख्या और प्रकार?
- सोचें कि यह पक्षी क्या खाते होंगे। क्या होगा अगर इनके भोजन का स्रोत गायब हो जाए? या इनका भोजन उन रसायनों से ज़हरीला हो जाए जिनका इस्तेमाल हम घर और खेतों से पीड़कों (जैसे कीट और चूहे) से छुटकारा पाने के लिए करते हैं? या यदि यह पक्षी घायल हो जाएँ और भोजन के लिए शिकार न कर पाएँ?
- क्या आपने कभी किसी घायल जानवर को बचाया है या उसकी चिकित्सा की है? आपने उसकी देखभाल कैसे की? आपने उसकी देखभाल करना कहाँ से सीखा? क्या वह जानवर जिन्दा रह पाया? उसके ठीक हो जाने के बाद आपने उसका क्या किया?

चित्रों के स्रोत :

- (क) Avirup Guha Roy, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_Vulture1.jpg. License: CC-BY-SA 4.0 International Deed.
- (ख) J. M. Garg, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shikra_\(Female\)_at_Hodal-_I2-Haryana_IMG_7970.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shikra_(Female)_at_Hodal-_I2-Haryana_IMG_7970.jpg). License: CC-BY-SA 3.0 Unported Deed.
- (ग) Ikshan Ganpathi, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_Spotted_Eagle_near_Nalsarovar_Bird_Sanctuary.jpg. License: CC-BY-SA 4.0 International Deed.

गतिविधि शीट । और ॥ कक्षा-3,4,5 के विद्यार्थियों के लिए पर्यावरण विज्ञान के प्रोजेक्ट के रूप में बनाई गई है। इन्हें निम्नलिखित के साथ जोड़ा जा सकता है :

- कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) की इकाई-2 (हमारे आस-पास जीवन)। यह इकाई शिक्षकों और विद्यार्थियों को अपने आस-पास के जन्तुओं और पौधों के अवलोकन का आनन्द लेने के लिए आमंत्रित करती है : “हम जितना ज्यादा उन्हें देखते हैं, उतना ही हमें उनके मोहक जीवन के बारे में सीखने को मिलता है। यह जिज्ञासा हमें और अधिक खोज करने के लिए प्रेरित करती है जिससे हमें नई और रोमांचक बातों की जानकारी मिलती है। पौधों और जन्तुओं, दोनों की भलाई को पहचानकर उसका सम्मान करना पारिस्थितिक सन्तुलन बनाए रखने और एक संवेदनशील समाज की रचना के लिए आवश्यक है।”

- कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) का अध्याय-1 (कैसे पहचाना चींटी ने दोस्त को?)। इस अध्याय में बच्चे शिकारी पक्षियों की शक्तिशाली दृष्टि के बारे में सीखते हैं।

हर गतिविधि को 2-3 दिन में किया जा सकता है। हर शीट में कुछ कार्य ऐसे हैं जिन्हें कक्षा में किया जा सकता है, और कुछ ऐसे हैं जिन्हें कक्षा के बाहर किया जा सकता है। कक्षा में किए जाने वाले कार्य के लिए तीन घण्टे का समय देने की योजना बनाएँ।

कक्षा में किए जाने वाले कार्य के लिए :

- कम्प्यूटर या मोबाइल फ़ोन पर यह फ़िल्म दिखाकर दोनों गतिविधियों का परिचय करवाएँ। यदि यह सम्भव न हो तो इस अंक का लेख ‘वह सब जो साँस लेते हैं : शिकारी पक्षी क्यों महत्वपूर्ण हैं?’ पढ़ें। फिर चीलों की ‘देखभाल करने वालों’ की कहानी संक्षेप में सुनाएँ।
- कक्षा की शुरुआत में गतिविधि शीट । में चार प्रकार की चीलों के छायाचित्रों और गतिविधि शीट ॥ में अन्य शिकारी पक्षियों के छायाचित्रों का अवलोकन करने के लिए 5-10 मिनट का समय दें।
- हर गतिविधि के लिए स्पष्ट निर्देश दें। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि उन्हें अपने अवलोकनों को हर शीट में दी गई तालिका में दर्ज करना है।
- अपने अवलोकनों को दर्ज करने और हर शीट में दिए गए प्रश्नों के उत्तर देने के लिए विद्यार्थियों को पर्याप्त समय दें। विद्यार्थियों के अवलोकनों और उनके प्रश्नों पर चर्चा करवाएँ।

कक्षा के बाहर किए जा सकने वाले कार्यों के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करें कि :

- यदि विद्यार्थी एक ही इलाके में रहते हैं तो उन्हें साथ-साथ काम करने के लिए प्रोत्साहित करें।
- इन पक्षियों को परेशान किए बिना या हानि पहुँचाए बिना उनका सावधानीपूर्वक अवलोकन करें। (यह कार्य करवाने से पहले शायद आप दोनों शीट की तालिका में सूचीबद्ध किए गए अवलोकनों के प्रकार की ओर विद्यार्थियों का ध्यान आकर्षित करना चाहें)।
- समुदाय के बुजुर्गों से चर्चा करें। इन पक्षियों के बारे में उनकी बात ध्यान से सुनें और बताए गए विवरण को नोटबुक या गतिविधि शीट में लिखें।

उन प्रश्नों को नोट करें जिनके उत्तर कक्षा में चर्चा के दौरान नहीं दिए गए थे। इन्हें आप बाद में ले सकते हैं। या आप अपने विद्यार्थियों को स्वयं इन्हें खोजकर उनके निष्कर्ष कक्षा में साझा करवा सकते हैं।

विद्यार्थियों को यह सोचने के लिए प्रोत्साहित करें कि सभी जीवधारी एक-दूसरे पर और पर्यावरण पर, जिसके हम भाग हैं, किस प्रकार परस्पर निर्भर हैं। विद्यार्थियों को अपने परिसर का ध्यानपूर्वक अवलोकन करने और उनके समुदायों के जीवन्त अनुभव से सीखने के लिए प्रोत्साहित करके हम उनमें देखभाल करने की, सहानुभूति और करुणा की भावना विकसित कर सकते हैं, यहाँ तक कि उन जन्तुओं के लिए भी जो लोगों को डरावने या घृणास्पद लगते हैं।

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं और उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान बॉम्बे से पीएचडी की उपाधि प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श में 18 वर्ष व्यतीत करने के बाद उन्होंने ऋषि वैली शिक्षा केन्द्र, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया। वह अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट से सम्बद्ध हैं। साथ ही, वह कुडाली इंटरजनेरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की भी सदस्य हैं।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते

पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

आभार : इस लेख की अनुशंसा करने के लिए और इसे प्रकाशित करने की अनुमति प्राप्त करना सुलभ बनाने के लिए सम्पादक अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय की विजेता रघुराम का आभार व्यक्त करते हैं।

टिप्पणियाँ:

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में इस्तेमाल किए गए चित्र के लिए श्रेय :Black kite, Ron Knight, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Kite_%28Milvus_migrans%29_%288079585185%29.jpg. License: CC-BY 2.0 Generic Deed.
2. इस फिल्म की समीक्षा सबसे पहले इकोलॉजिकल मैटर्स (<https://www.ecologicalcitizen.net/>): <https://www.ecologicalcitizen.net/pdfs/epub-092.pdf> में प्रकाशित हुई थी। यहाँ प्रकाशित लेख में शब्दावली और संरचना को माध्यमिक स्कूलों के विज्ञान शिक्षकों और प्राथमिक स्कूलों के पर्यावरण अध्ययन शिक्षकों की सुविधा की दृष्टि से बदला गया है। यह बदलाव लेखक की अनुमति से किए गए हैं।
3. सऊद, नदीम और सालिक के काम के बारे में अधिक जानकारी के लिए और उसमें योगदान देने के लिए <https://www.raptorrescue.org/> पर जाएँ।
4. डेबोराह दत्ता के लेखन के बारे में अधिक जानकारी के लिए <https://linktr.ee/deborahdutta> देखें।
5. इस लेख के साथ तीन गतिविधि शीट हैं जिन्हें अलग किया जा सकता है। **गतिविधि शीट I : आपके आकाश में चीलें; गतिविधि II : अन्य शिकारी पक्षियों से मिलें और शिक्षक निर्देशिका : गतिविधि शीट I और II । गतिविधि शीट I में दिखाई गई चीलें हैं : (क) काली चील, (ख) काले कानों वाली चील, (ग) काले पंखों वाली चील और (घ) ब्राह्मिनी चील।**

References:

1. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
2. Berry W (2001). 'How to be a poet (to remind myself)'. Poetry Foundation. URL: <https://www.poetryfoundation.org/poetrymagazine/poems/41087/how-to-be-a-poet>.
3. Bhatia KV & Gajjala R (2020). 'Examining anti-CAA protests at Shaheen Bagh: Muslim women and politics of the Hindu India'. International Journal of Communication (14): 18.



डेबोराह दत्ता वर्तमान में कैलगरी विश्वविद्यालय, कनाडा में पोस्ट डॉक्टरल फेलो हैं, जहाँ वे विज्ञान, गणित, इतिहास और कला से 'जानने' के उपनिवेशवाद-विरोधी और अन्तर्विषयक तरीकों को समझने के लिए मिट्टी-आधारित शिक्षाशास्त्र की खोज कर रही हैं (देखें <https://soilcamp.ca/>)। उन्होंने होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), मुंबई से पीएचडी की है। डेबोराह को कहानियाँ, बीज और व्यंजन बनाने की विधियाँ एकत्र करना और साझा करना पसन्द है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

76 साल तक प्लूटो एक ग्रह क्यों था?

मधुकर पुट्टी और चित्रा रवि

2006 तक, हम प्लूटो को सौर मण्डल का नौवाँ ग्रह मानते थे। हममें से कड़ियों को अपने स्कूल की पाठ्यपुस्तक से यह तथ्य पता चला था। लेकिन हमारे विद्यार्थी यह सीखते हैं कि सौर मण्डल में केवल आठ ग्रह हैं। वैज्ञानिक इतने लम्बे अरसे तक प्लूटो को एक ग्रह क्यों मानते रहे? क्या ऐसा मानने के पीछे कोई वैज्ञानिक साक्ष्य था?

छठी कक्षा की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) का अध्याय 12 (पृथ्वी से परे) विद्यार्थियों को ग्रह की अवधारणा से कुछ इस तरह परिचित कराता है: “...एक विशाल और लगभग गोलाकार पिण्ड, जो सूर्य की परिक्रमा करता है।” इसी अध्याय में, विद्यार्थी सौर मण्डल के आठ ग्रहों के बारे में सीखते हैं। वे यह भी सीखते हैं कि एक पिण्ड, जिसे वैज्ञानिक लगभग 76 साल तक सौर मण्डल का नौवाँ ग्रह मानते रहे, अब एक बौने ग्रह (Dwarf Planet) के तौर पर देखा जाता है। पाठ्यपुस्तक के मुताबिक, प्लूटो की हैसियत में यह बदलाव 2006 में हुआ जब “अन्तर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ (International Astronomical Union-IAU)... ने किसी पिण्ड के ग्रह कहलाने की आवश्यक शर्तों को पुनर्परिभाषित किया।”¹ इस संक्षिप्त विवरण से और अधिक जानने को

इच्छुक विद्यार्थियों और शिक्षकों के मन में ये सवाल आ सकते हैं : वैज्ञानिक किन वजहों से प्लूटो को एक ग्रह मानते थे? क्या ऐसा मानने के पीछे कोई साक्ष्य था? इस सवाल का जवाब इसकी खोज की कहानी से जुड़ा हुआ है (बॉक्स-1 देखें)।

खोज शुरू होती है

उन्नीसवीं सदी की शुरुआत तक, सौर मण्डल के पहले सात ग्रह खोज लिए गए थे।² लेकिन खगोलशास्त्रियों ने देखा कि सूरज की परिक्रमा करते समय अरुण (Uranus) ने असल में जो कक्षा (Orbit) अपनाई, वह उनके पूर्वानुमान से अलग थी। इसके पीछे क्या वजह थी? 1841 में, ब्रिटिश खगोलशास्त्री जॉन काउच एडम्स ने प्रस्तावित किया कि ऐसा हो सकता है कि सूर्य के चारों ओर अरुण के अनुमानित रास्ते पर किसी दूसरे ऐसे ग्रह के गुरुत्वाकर्षण बल का असर पड़ रहा हो, जिसे खोजा जाना अभी बाकी है।³

बॉक्स-1 : पाठ्यचर्या से सम्बन्ध

इस कहानी के इर्द-गिर्द चर्चा से शिक्षकों को शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (NCF-SE) द्वारा माध्यमिक कक्षा स्तर के लिए सुझाए गए नौ पाठ्यचर्यात्मक लक्ष्यों में से दो को पूरा करने में मदद मिल सकती है (देखें शिक्षक मार्गदर्शिका : प्लूटो, कक्षा में) :

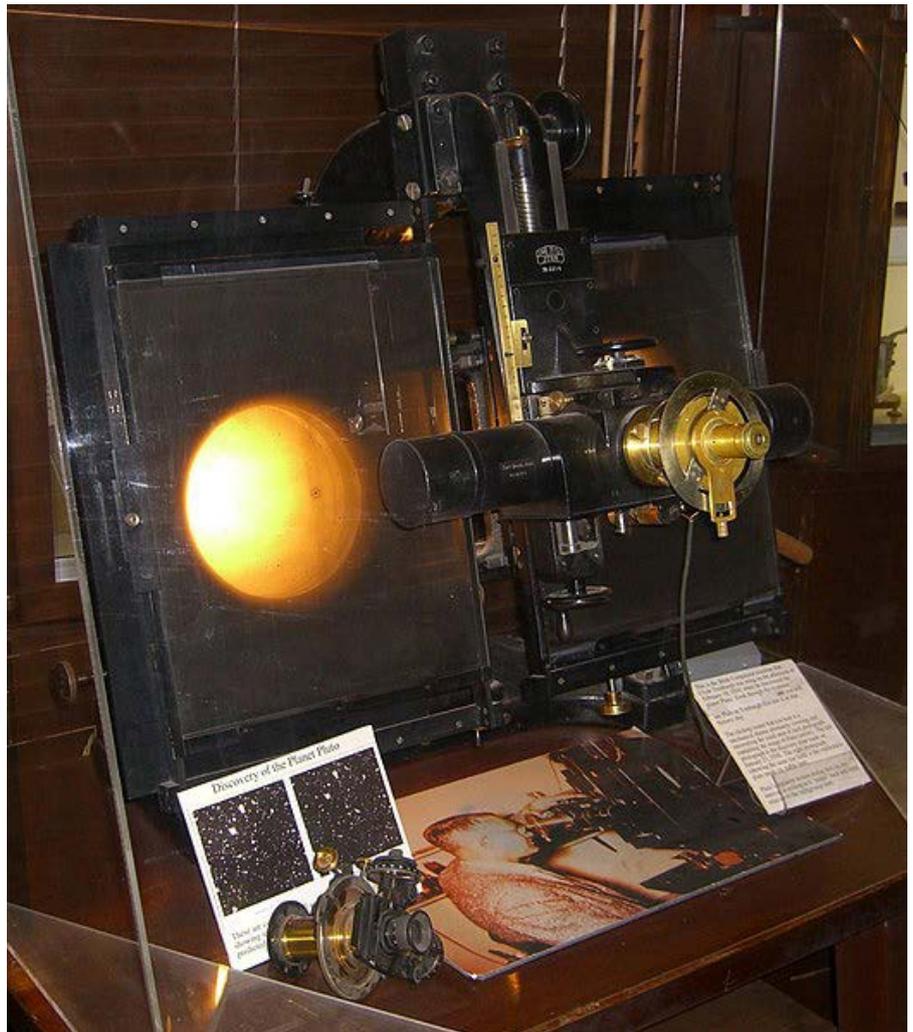
- CG-6 : “वैज्ञानिक ज्ञान के उद्विकास और वैज्ञानिक जाँच में सक्रियता से सहभागी बनकर विज्ञान की प्रकृति और प्रक्रियाओं की पड़ताल करता है।” विशेष रूप से, इससे विद्यार्थियों को यह दर्शाने की दक्षता विकसित करने में मदद मिल सकती है कि “किस तरह से समय के साथ वैज्ञानिक ज्ञान और विचारों (पिण्डों और ग्रहों की 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।”
- CG-9 : “यह समझने के लिए कि विज्ञान निरन्तर विकसित हो रहा है और अभी भी कई सवालों के जवाब ढूँढ़े जाने बाकी हैं, वैज्ञानिक ज्ञान के सभी क्षेत्रों की सबसे हालिया खोजों, विचारों और नए, अज्ञात या उन्नत क्षेत्रों के बारे में जागरूकता विकसित करता है।”

1846 में, फ्रांसीसी खगोलशास्त्री उरबैन ली वेरियर ने ऐसे किसी ग्रह की सम्भावित स्थिति का अन्दाज़ा लगाने के लिए गणितीय गणनाओं का इस्तेमाल किया। इसका ब्यौरा उन्होंने जर्मन खगोलशास्त्रीय जोहान गॉटफ्राइड गैल को भेजा। जब यह ब्यौरा गैल और उनके छात्र हेनरिक लुइस डी'अरेस्टको मिला तो उन्होंने उसी रात इसकी अनुमानित स्थिति के एक डिग्री के भीतर ही इस ग्रह को पा लिया। इस ग्रह का नाम वरुण (Neptune) रखा गया।³

लेकिन वरुण के अवलोकनों और इसके द्रव्यमान की गणनाओं से इसकी पूरी तरह से व्याख्या नहीं हो पाई कि अरुण अपनी अनुमानित कक्षा से अलग कक्षा में परिक्रमा क्यों करता है। दरअसल सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करते समय वरुण का रास्ता भी खगोलशास्त्रियों के अन्दाज़े से थोड़ा अलग था। क्या इन अन्तरों की वजह किसी अन्य पिण्ड की मौजूदगी थी? 1902 में, एक अमीर अमरीकी खगोलशास्त्री पर्सिवाल लोवेल ने प्रस्तावित किया कि यह पिण्ड सौर मण्डल का नौवाँ ग्रह था। उन्होंने इसे 'X ग्रह' का नाम दिया (यहाँ 'X' अँग्रेज़ी का वर्ण है, न कि रोमन अंक)।⁵

लोवेल का X ग्रह

लोवेल का जन्म 1855 में हुआ था और वे एक अमीर व्यवसायी के बेटे थे। 1876 में, गणित में विशेष योग्यता के साथ उन्होंने हार्वर्ड कॉलेज से स्नातक की उपाधि हासिल की। 1893 में, लोवेल ने फ्रांसीसी खगोलशास्त्री कैमिल फ्लैमैरियॉन की लिखी हुई किताब 'La planète Mars' में मंगल की सतह पर मौजूद 'नहरों' के बारे में पढ़ा। इन नहरों के बारे में विस्तार से जानने के उनके दृढ़ निश्चय ने उन्हें खगोलशास्त्र में करियर बनाने के लिए प्रेरित किया।^{6,7} एक साल के भीतर ही, अपनी व्यक्तिगत सम्पत्ति और प्रभाव के बलबूते उन्होंने फ्लैगस्टाफ,



चित्र-1 : एक ब्लिंक कोम्पारेटर । लोवेल और टॉमबॉ लोवेल के ग्रह X की गतियों को देखने के लिए घण्टों इस यंत्र के सामने बैठे रहे और रात्रि के आकाश की तस्वीरों की तुलना करते रहे।

Credits: Pretzelpaws, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lowell_blink_comparator.jpg. License: CC-BY-SA 3.0 Unported DEED.

बॉक्स-2 : लोवेल क्या ढूँढ़ रहे थे?

लोवेल अलग-अलग दिनों की रात के आसमान की तस्वीरों का परीक्षण कर रहे थे, ताकि ऐसे पिण्डों का पता लगाया जा सके, जिन्होंने अपनी स्थिति बदली थी। आइए मान लेते हैं कि उन्हें ऐसा कोई पिण्ड मिल गया। उन्हें कैसे पता चलता कि वह एक ग्रह था, तारा नहीं? तारे भी स्थिति बदलते हैं। इस सवाल का जवाब यह है कि आसमान में बहुत दूर स्थित पिण्डों का पता लगाने की हमारी क्षमता हमारे द्वारा इस्तेमाल किए जाने वाले उपकरणों पर निर्भर करती है। लोवेल शायद इस बात पर भरोसा कर रहे थे कि X ग्रह को खोजने के लिए वे जिन दूरबीनों का इस्तेमाल कर रहे थे, वे इतनी शक्तिशाली थीं कि हमारे सौर मण्डल में किसी अन्य ग्रह की गति का पता लगा सकें, यहाँ तक कि उन ग्रहों की गति का भी, जो उस समय ज्ञात ग्रहों से काफी दूर स्थित थे। पर वे इतनी शक्तिशाली नहीं थीं कि वे उन तारों की गतियों का पता लगा सकें, जो हमसे कहीं ज्यादा दूरी पर स्थित हैं।

एरिज़ोना, यूएसए में लोवेल वेधशाला की स्थापना की। इसमें ही 1906 में उन्होंने X ग्रह की खोज शुरू की।

अपनी खोज के पहले चरण में, वेरियर की तरह लोवेल ने भी नए ग्रह की सबसे ज्यादा सम्भावित स्थिति का पता लगाने के लिए गणित की गणनाओं का इस्तेमाल किया। लोवेल वेधशाला के खगोलशास्त्रियों ने अलग-अलग दिनों को आसमान के इन विशिष्ट क्षेत्रों की तस्वीर लेने के लिए वेधशाला में मौजूद 42 इंच की दूरबीन का इस्तेमाल किया। लोवेल ने इन फोटोग्राफिक ग्लास प्लेटों के हरेक इंच की मेहनत के साथ जाँच करने के लिए एक हैंड मैग्निफायर (हाथ में पकड़कर इस्तेमाल किया जाने वाला एक ग्लास, जिसका इस्तेमाल नज़दीकी निरीक्षण के लिए वस्तुओं को बड़ा करने के लिए किया जाता है) का इस्तेमाल किया (देखें बॉक्स-2)। 1910 तक, लोवेल की टीम ने लगभग 200 तस्वीरें खींचीं और हजारों

तारों की स्थितियों को दर्ज किया। लेकिन उन्हें X ग्रह का कोई साक्ष्य नहीं मिला।

ऐसे में लोवेल ने अपने तरीके को बदलने का निर्णय लिया। सबसे पहले, उन्होंने 'मानव कम्प्यूटरों' की एक टीम को काम पर रखा। मानव कम्प्यूटर वे लोग (ज्यादातर महिलाएँ) थे, जो गणित की जटिल गणनाओं को करते थे। इस टीम की नेतृत्वकर्ता अमरीकी खगोलशास्त्रीय एलिज़ाबेथ लैंगडन विलियम्स थीं। इस टीम के काम की बदौलत लोवेल आसमान के ऐसे क्षेत्रों का ज्यादा सटीकता के साथ अन्दाज़ा लगा पाए, जहाँ X ग्रह के मिलने की सम्भावना थी। दूसरा, लोवेल ने स्प्राउल वेधशाला, पेंसिल्वेनिया से 9 इंच की एक दूरबीन उधार ली। उनका मानना था कि रात में आसमान की बारीकियों का अवलोकन करने के लिए छोटी दूरबीन ज्यादा उपयुक्त रहेगी। अन्ततः, लोवेल ने एक विशेष तरह का स्टीरियो माइक्रोस्कोप खरीदा, जिसे आमतौर पर 'ब्लिंक कोम्पारेटर' (blink comparator) कहा जाता था (चित्र-1 देखें)। इस यंत्र की मदद से वे थोड़े समय के अन्तराल में एक के बाद एक

बॉक्स-3 : ब्लिंक कोम्पारेटर क्या होता है?

रात के आसमान में मौजूद किसी पिण्ड में कोई हरकत हुई है या नहीं। आप आसमान की तस्वीरों से इस सवाल का जवाब कैसे ढूँढ़ेंगे। ऐसा करने के लिए आप पहली तस्वीर के हरेक पिण्ड को देखकर दूसरी तस्वीर में उनकी स्थिति की जाँच कर सकते हैं। यह प्रक्रिया काफी धीमी हो सकती है। सोचिए अगर आप लगातार, हर दिन और कई महीनों तक, ऐसी तस्वीरों को देख रहे हों जिसमें बहुत-से छोटे-छोटे और मिलते-जुलते पिण्ड हों। ऐसे में आप बहुत जल्द ही थकान महसूस करने लगेंगे। ब्लिंक कोम्पारेटर की मदद से आप बहुत ही ज्यादा तेज़ी से दो तस्वीरें बारी-बारी से देख सकते हैं। उन दो तस्वीरों की हमारी अल्पकालिक स्मृति की बदौलत हम आसानी से उनके बीच के अन्तरों को पहचान पाते हैं।

दो फोटोग्राफिक प्लेटों की जाँच-पड़ताल और तुलना कर पाते थे। इस प्रक्रिया को लोकप्रिय रूप से 'ब्लिंकिंग' कहा जाता था (देखें बॉक्स-3)।

इस यंत्र के शुरुआती संस्करण में 6-इंच × 7-इंच की प्लेटें आ पाती थीं। लेकिन लोवेल की टीम ने पाया कि 14-इंच × 17-इंच की प्लेटों का अवलोकन करना उनके उद्देश्य के लिए ज्यादा उपयुक्त था। अमरीकी खगोलशास्त्री कार्ल लैम्पलैंड इस टीम का हिस्सा थे। उन्होंने ब्लिंक कोम्पारेटर में ऐसे समायोजन किए कि प्लेटों को खिसकाया जा सके, जिससे लोवेल एक समय पर बड़ी प्लेटों के एक चौथाई हिस्से की तुलना कर सके।⁵

लोवेल ने X ग्रह की तलाश के लिए रात के आसमान का बारीकी से निरीक्षण करने के लिए गणितीय और अवलोकनात्मक दृष्टिकोण दोनों का इस्तेमाल किया, लेकिन 1916 में स्ट्रोक की वजह से अचानक उनकी मृत्यु हो गई।⁷ उनकी मृत्यु के बाद उनकी पत्नी ने उनकी लाखों डॉलर की सम्पत्ति का अधिकांश हिस्सा वेधशाला को देने के उनके फैसले का विरोध किया। नतीजन एक लम्बी कानूनी लड़ाई चली और उस लड़ाई के दौरान लोवेल वेधशाला की X ग्रह की खोज को रोक दिया गया। 1927 में, मुकदमे का फैसला वेधशाला के पक्ष में आया और X ग्रह की खोज फिर से शुरू हुई।^{7,9} 1929 में, अमरीकी खगोलशास्त्री डॉक्टर वेस्टो स्लिफ़र, वेधशाला के कार्यवाहक निदेशक, ने X ग्रह की खोज का काम 23 साल के नौजवान क्लाइड टॉम्बो को सौंपा।

टॉम्बो की भागीदारी

टॉम्बो एक किसान के बेटे थे। उनका जन्म उसी साल हुआ जिस साल लोवेल ने X ग्रह की अपनी खोज शुरू की थी। टॉम्बो ने 1925 में अपनी हाईस्कूल की पढ़ाई पूरी की थी। वे कॉलेज की शिक्षा का खर्च वहन करने में असमर्थ थे। 1924 में टॉम्बो ने एक पत्रिका में प्रकाशित लेख पढ़ा। उस लेख को एक शौकिया खगोलशास्त्री लैटिमेर



चित्र-2 : घर पर बनाए हुई अपनी 9 इंच की दूरबीन के साथ क्लाइड टॉमबॉ। उन्होंने इसके लिए दर्पण खुद ही बनाए। इसके अलावा, उन्होंने अपने पिता की 1910 की ब्यूक (कार का एक मॉडल) के क्रैंकशाफ्ट के हिस्से से और दूध से क्रीम को अलग करने वाली मशीन (उनके परिवार के फॉर्म पर इस्तेमाल होने वाली) के बेकार हिस्सों से दूरबीन को सहारा देकर खड़ा करने के लिए आधार बनाया। इस दूरबीन की बदौलत वे बृहस्पति और मंगल की सतह के निशानों को देख पाए।

Credits: Popular Science Monthly, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Clyde_W._Tombaugh.jpeg. License: CC-BY.

जे. विल्सन ने लिखा था। उसका शीर्षक था – ‘दि ड्रिफ्ट ऑफ़ ज़ुपिटर्स मार्किंग्स’ (‘The Drift of Jupiter’s Markings’)¹⁰। बृहस्पति की सतह पर दिखाई देने वाले निशानों के विल्सन ने जो चित्र बनाए थे, उन्हें देखकर टॉमबॉ मोहित हो गए, वे इन विशेषताओं को खुद देखना चाहते थे। यही वजह है कि 1926 में 20 साल की उम्र में बेकार पड़ी कार के पुर्जों

और कृषि में इस्तेमाल होने वाली मशीनरी का इस्तेमाल करके उन्होंने अपनी पहली दूरबीन बनाई। इस दूरबीन से सन्तुष्ट न होने की वजह से उन्होंने अगले दो साल दूरबीनें बनाने, उनके लिए स्वयं बनाए गए शीशों और लेंसों को घिसकर चिकना करने के कौशलों को निखारने में बिताए। 1928 में, टॉमबॉ ने एक दूरबीन बनाई, जिसकी मदद से वह बृहस्पति और मंगल की सतह

बॉक्स-4 : टॉमबॉ देर रात तक अवलोकन क्यों करते रहे?

क्योंकि वे रात्रि-आकाश की तस्वीरें ले रहे थे। देर रात तक अवलोकन करके, टॉमबॉ यह सुनिश्चित कर रहे थे कि कैमरे का शटर जितना धीरे हो सके, उतनी धीरे बन्द हो।

इससे उस धुँधले से माहौल में कैमरे का लेंस ज्यादा-से-ज्यादा लम्बे समय तक खुला रह पाता था और उसमें ज्यादा-से-ज्यादा रोशनी प्रवेश कर पाती थी। इस तरह कैमरे के लेंस को रोशनी के प्रवेश के लिए खुला रखना गतिमान वस्तुओं और स्थिर वस्तुओं की तस्वीरों के बीच फ़र्क करने लिए भी उपयुक्त रहता होगा, हालाँकि इससे गतिमान वस्तुओं की तस्वीरें धुँधली नज़र आती होंगी।

के निशानों को देख सके (देखें **चित्र-2**)। तापमान और वायु प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए टॉमबॉ ने इस दूरबीन को 24 फ़ीट लम्बे, 8 फ़ीट गहरे और 7 फ़ीट चौड़े गड्ढे से संचालित किया, जिसे उन्होंने खुद ही खोदा था। उन्होंने अपने अवलोकनों के विस्तृत चित्र लोवेल वेधशाला को भेजे^{10,11}। टॉमबॉ के अवलोकन के तीक्ष्ण कौशलों से प्रभावित होकर, स्लिफ़र ने उन्हें तीन महीने की परीक्षण अवधि वाले एक पद की पेशकश की।

वेधशाला में, टॉमबॉ ने रात के आसमान का एक व्यवस्थित सर्वेक्षण शुरू किया। लोवेल की कोशिशों से सीखते हुए, टॉमबॉ 14-इंच x 17-इंच की एक फ़ोटोग्राफिक प्लेट को 13-इंच की दूरबीन में लगे एक शक्तिशाली कैमरे में फ़िट करते और आसमान के लम्बे एक्सपोज़र वाली तस्वीरें लेते (देखें **बॉक्स-4**)। उन्होंने उन क्षेत्रों के अवलोकन पर ध्यान केन्द्रित किया, जहाँ लोवेल ने X ग्रह की मौजूदगी का अन्दाज़ा लगाया था। अकसर, एक तस्वीर लेने में उन्हें तीन घण्टे लग जाते। फिर वे कैमरे में एक नई प्लेट लगाते, आसमान में X ग्रह की अनुमानित मौजूदगी वाले क्षेत्र के नज़दीक के किसी क्षेत्र पर ध्यान केन्द्रित करते व

एक और फोटो लेते। कुछ दिनों बाद वे आसमान के उन्हीं क्षेत्रों की फिर से तस्वीरें लेते। दिन के समय में, वे प्लेटें तैयार करते और उसी क्षेत्र की तस्वीरों की तुलना करने के लिए ब्लिंक कोम्पारेटर का इस्तेमाल करते।⁵ लोवेल की तरह, वे इन तस्वीरों के हरेक इंच की जाँच करते। ऐसा करने के पीछे उनका उद्देश्य ऐसे किसी छोटे से बिन्दु की तलाश करना था, जिसने अपनी स्थिति बदल दी हो। यह बहुत उबाऊ काम था और इसमें बहुत ज्यादा ध्यान केन्द्रित करना पड़ता था। टॉमबॉ हरेक आधे घण्टे में कोम्पारेटर से दूर हटकर एक छोटा-सा ब्रेक लेते थे। एकाग्रता में किसी भी तरह की चूक विफलता की वजह बन सकती थी और यह स्वीकार्य नहीं था। जनवरी 1930 तक, टॉमबॉ ने ब्लिंक कोम्पारेटर पर हजारों घण्टे खर्च किए और 15 लाख तारों की स्थिति का सूक्ष्म निरीक्षण किया। उन्होंने ऐसे कई बिन्दु देखे, जिन्होंने अपनी स्थिति बदल ली थी, यानी कि वे गति कर रहे थे। लेकिन उनकी गति से यही संकेत मिलता था कि वे पृथ्वी के इतने नज़दीक थे कि वे X ग्रह नहीं हो सकते थे। आखिरकार, 18 फ़रवरी, 1930 को टॉमबॉ को छोटा-सा एक पिण्ड नज़र आया, जिसकी स्थिति 23 जनवरी और 29 जनवरी को ली गई तस्वीरों में अलग-अलग थी। तस्वीर की स्पष्टता इतनी ज्यादा थी कि एक धूमकेतु (Comet) के होने की सम्भावना कम थी। इसकी गति इतनी धीमी थी कि इसके क्षुद्रग्रह (Asteroid) या अन्तरिक्ष का मलबा (Space Debris) होने की सम्भावना भी कम थी। पर गति इतनी थी कि उसके पृथ्वी से वरुण की तुलना में ज्यादा दूरी पर होने की सम्भावना थी।^{10,12}

यह वैसा ही था जैसा लोवेल ने अनुमान लगाया था।

X ग्रह की खोज की उद्घोषणा

जब टॉमबॉ ने इस अवलोकन के बारे में स्लिफ़र को बताया, तो लोवेल वेधशाला की पूरी टीम यह जाँच करने में जुट गई कि यह पिण्ड X ग्रह के बारे में लोवेल के पूर्वानुमानों को पूरा कर रहा है या नहीं। लोवेल की गणनाओं के मुताबिक, इस पिण्ड का द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान का सात गुना होगा और यह सूर्य से 43 खगोलीय इकाइयों (Astronomical Units / AU) की औसत दूरी पर स्थित होगा। छठी कक्षा की पाठ्यपुस्तक के अध्याय 12 में कुछ इस तरह से दूरी की इस इकाई का परिचय दिया गया है : “पृथ्वी से सूरज की दूरी लगभग 150 मिलियन किमी है। सौर मण्डल के भीतर दूरियों को दर्शाने की एक उपयोगी इकाई ‘खगोलीय इकाई’ है (au), जो लगभग पृथ्वी और सूर्य के बीच की दूरी है।”¹¹ टॉमबॉ ने अपनी दो दूरबीनों (13 इंच और 24 इंच) से आसमान के उसी क्षेत्र की ज्यादा-से-ज्यादा तस्वीरें लीं। इन्हीं दूरबीनों को लोवेल ने मंगल का अवलोकन करने के लिए इस्तेमाल किया था। अपने अवलोकनों के आधार पर, टॉमबॉ ने अन्दाज़ा लगाया कि इस पिण्ड का द्रव्यमान करीब-करीब पृथ्वी के द्रव्यमान के बराबर होगा। लोवेल ने जिस 42 इंच की दूरबीन का इस्तेमाल अपनी तलाश के पहले चरण में किया था, लैम्पलैंड ने उसी का इस्तेमाल करके पिण्ड की और ज्यादा स्पष्ट तस्वीर खींचने की कोशिश की। लेकिन उस पिण्ड की तस्वीरें धुँधली ही रहीं और बाकी ग्रहों

की तरह यह दिखने में डिस्क जैसा भी नहीं था।¹³ सूर्य के चारों ओर इसकी कक्षा का पता लगाने के लिए टॉमबॉ और लैम्पलैंड ने 26 मई तक हर दिन इसकी स्थिति को दर्ज किया। क्योंकि लोवेल वेधशाला में किसी के पास भी ग्रह की कक्षाओं की गणना करने का कोई अनुभव नहीं था, इसलिए स्लिफ़र ने इस काम में दूसरी वेधशालाओं के खगोलशास्त्रियों की मदद माँगी।⁵

आखिरकार, 12 मार्च, 1930 को स्लिफ़र ने इस खोज के विवरण के साथ हार्वर्ड कॉलेज की वेधशाला को एक टेलीग्राम भेजा। लोवेल वेधशाला की टीम द्वारा बहुत ध्यान से इकट्ठा किए गए प्रमाण के आधार पर 13 मार्च को इस खोज की घोषणा की गई। यह लोवेल का पिचहत्तरवाँ जन्मदिन था। जैसे-जैसे इस खोज की खबर फैलने लगी, लोवेल वेधशाला को एक हज़ार से भी ज्यादा नामों के सुझाव मिले। सबसे लोकप्रिय नाम थे मिनेर्वा (Minerva), पर्सेफ़ोनी (Persephone) और क्रोनस (Cronus)।^{9,10} ‘प्लूटो’ (रोमन अंडरवर्ल्ड के देवता) नाम का सुझाव 11 साल की वेनेशिया बर्नी ने दिया था। उनके दादा फ़ाल्केनर मदन को यह नाम पसन्द आया और उन्होंने एक खगोलशास्त्री मित्र के ज़रिए इसे लोवेल वेधशाला के साथ साझा किया।¹⁴ जब वोट लिया गया, तो इस नाम को 150 नामांकन प्राप्त हुए। लोवेल वेधशाला ने अमेरिकन एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी और रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी दोनों से ही इस नाम को स्वीकृत कराया। 1 मई 1930 तक, X ग्रह आधिकारिक तौर पर प्लूटो के नाम से जाना जाने लगा था।

मुख्य बिन्दु



- सौर मण्डल में नौवें ग्रह की उपस्थिति का प्रस्ताव तब रखा गया जब वरुण के अवलोकनों से अरुण ग्रह की अनुमानित और अवलोकन की गई कक्षाओं में अन्तर स्पष्ट नहीं हो सका।
- खगोलशास्त्री पर्सिवाल लोवेल ने इस ग्रह (जिसे उन्होंने X ग्रह का नाम दिया) की खोज 1906 में लोवेल वेधशाला, एरिज़ोना, यूएसए में शुरू की। 1906 और 1916 के बीच लोवेल और उनकी टीम ने रात के आसमान में इस ग्रह की खोज के लिए गणितीय और अवलोकनात्मक तरीकों की एक मिली-जुली पद्धति, विकसित की। उन्होंने इस खोज में इस्तेमाल होने वाले उपकरणों (दूरबीनें और ब्लिंक कोमपारेटर) को भी परिष्कृत किया।
- 1929 में, लोवेल वेधशाला के वेस्टो स्लिफ़र ने इस ग्रह की तलाश फिर से शुरू की और यह काम उन्होंने क्लाइड टॉमबॉ को दिया। क्लाइड टॉमबॉ बढ़िया दूरबीन बनाते थे और एक शौकिया खगोलशास्त्री थे। फरवरी 1930 में, लोवेल की पद्धतियों और उनके उपकरणों का इस्तेमाल करके टॉमबॉ ने एक पिण्ड की खोज की। इस पिण्ड की गतियाँ ग्रह के जैसी थीं और यह पृथ्वी से वरुण की तुलना में अधिक दूरी पर था।
- मार्च 1930 में, इस ग्रह की खोज की उद्घोषणा की गई। इसका नाम 'प्लूटो' ग्यारह साल की एक लड़की वेनेशिया बर्नी ने सुझाया था।



आभार : लेखक हृदय कान्त दीवान को धन्यवाद देते हैं। उन्होंने इस कहानी को ऐतिहासिक तथ्यों के संकलन के तौर पर प्रस्तुत करने की बजाए विज्ञान और वैज्ञानिक सोच की एक प्रक्रिया के रूप में प्रस्तुत करने की ज़रूरत पर जोर दिया। हम राधा गणेशन का भी धन्यवाद देते हैं, जिन्होंने कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के 'ग्रह की अवधारणा' और 'अन्तरिक्ष में दूरियों को मापने की एक इकाई के तौर पर AU' से सम्बन्धित अंशों की ओर हमारा ध्यान आकर्षित किया।

टिप्पणियाँ :

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में इस्तेमाल किए गए चित्र के लिए आभार: Pluto, NASA, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Pluto-01_Stern_03_Pluto_Color_TXT.jpg. License: CC-BY.
2. इस लेख में एक कक्षा संसाधन अलग से दिया गया है : **शिक्षक मार्गदर्शिका : प्लूटो, कक्षा में।**

References:

1. National Council of Educational Research and Training (2006, 2022). 'Chapter 12: Beyond Earth'. Science Textbook for Class VI (Rationalised 2023-24): 231-252. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fcu1=12-12>.
2. Jennifer Whitten (2024). 'The Planets in Our Solar System—A Timeline'. National Air and Space Museum, Smithsonian. URL: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/planets-our-solar-system-timeline>.
3. Davor Krajnovic (2020). 'Adams: mathematical astronomer, college friend of George Gabriel Stokes and promotor of women in astronomy'. Philosophical Transactions of the Royal Society A. 378: 20190517. URL: <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0517>.
4. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.5. Lowell Observatory. 'History of Pluto'. Lowell Observatory. URL: <https://lowell.edu/discover/history-of-pluto/>. Accessed 22 November 2024.
6. Wikimedia Foundation (2024). 'Percival Lowell'. Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Percival_Lowell. Accessed 22 November 2024.
7. Nola Taylor Tillman (2013). 'Percival Lowell Biography'. Space, Future US, Inc. URL: <https://www.space.com/19774-percival-lowell-biography.html>. Accessed 22 November 2024.
8. Dr. Erica. (2017). 'Discovering Pluto: Playing with Blink Comparators'. Rosie Research. URL: <https://rosieresearch.com/blink-comparator-pluto/>. Accessed 22 November 2024.
9. Erik Gregersen (2015). '10 Important Dates in Pluto History'. Encyclopedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/list/10-important-dates-in-pluto-history>. Accessed 22 November 2024.
10. Academy of Achievement (2022). 'Clyde Tombaugh: Discoverer of the Planet Pluto'. American Academy of Achievement. URL: <https://achievement.org/achiever/clyde-tombaugh/>. Accessed 22 November 2024.
11. Wikimedia Foundation (2024). 'Clyde Tombaugh'. Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Clyde_Tombaugh. Accessed 22 November 2024.
12. Gianluigi Filippelli (2015). 'Lovecraft and the discovery of Pluto'. Doc Manhattan, Field of Science. URL: <http://docmadhattan.fieldofscience.com/2015/07/lovecraft-and-discovery-of-pluto.html>. Accessed 22 November 2024.
13. Rhett Allain (2015). 'Why Is It So Difficult to See Pluto?'. WIRED. URL: <https://www.wired.com/2015/06/difficult-see-pluto/>. Accessed 22 November 2024.
14. NASA (2006). 'Venetia Burney Phair: The Girl Who Named Pluto'. National Aeronautics and Space Administration. URL: <https://science.nasa.gov/people/venetia-burney-phair/>. Accessed 22 November 2024.

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 :

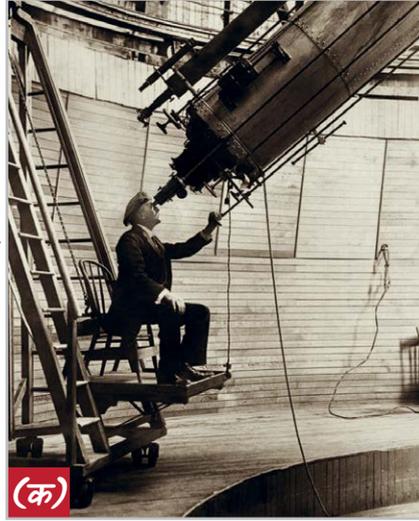
3. विद्यार्थी अकसर प्रयोगों को प्राकृतिक दुनिया का अन्वेषण करने के लिए वैज्ञानिकों द्वारा इस्तेमाल किया जाने वाला एकमात्र या सबसे महत्वपूर्ण तरीका मानते हैं। क्या इस विचार को इस तथ्य से बल मिलता है कि विज्ञान की कई पाठ्यपुस्तकें प्रयोगों पर ही ध्यान केन्द्रित करती हैं? या फिर इसकी एक और वजह यह है कि 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 मद्देनजर 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.

मधुकर पुट्टी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं। उन्होंने मैसूर विश्वविद्यालय से भौतिकी में और यूके के नॉटिघम विश्वविद्यालय से कम्प्यूटेशनल फ्लूइड डायनेमिक्स में स्नातकोत्तर किया है। वे भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc), बेंगलूरु में साइंस मीडिया सेंटर का हिस्सा रहे हैं। उनसे madhukara.putty@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं। उनसे chitra.ravi@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : शहनाज़ **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** प्रतिका गुप्ता

बिना प्रयोगशाला विज्ञान करना

सतीश भास्कर

विज्ञान की प्रयोगशालाएँ विद्यार्थियों में विज्ञान के प्रति जिज्ञासा जगा सकती हैं, रचनात्मकता और कल्पनाशीलता विकसित करने के मौक़े दे सकती हैं, साथ ही, उनमें यह अहसास पैदा कर सकती हैं कि वैज्ञानिकों की तरह सोचने का क्या अर्थ होता है। लेकिन कुछ शालाओं में इतने संसाधन नहीं होते कि प्रयोगशालाएँ स्थापित की जा सकें। ऐसी शालाओं में शिक्षक ऐसी जगह कैसे बना सकते हैं, जो विद्यार्थियों को 'करके सीखने' के मौक़े दें?

अकसर हमारे विद्यार्थी पाठ्यपुस्तकों के पारिभाषिक शब्दों और परिभाषाओं को परीक्षा के लिए रटकर विज्ञान सीखते हैं। सम्भव है विद्यार्थी इन परीक्षाओं में अच्छे अंक भी पा जाएँ लेकिन वे कक्षा के बाहर इन वैज्ञानिक अवधारणाओं से जुड़ाव नहीं बना पाते। ऐसा इसलिए क्योंकि विज्ञान याद करने वाली जानकारियों का पुलिन्दा नहीं है। विज्ञान एक जीवन्त और गतिशील प्रक्रिया है। जब तक विद्यार्थी विज्ञान को करके नहीं देखेंगे उन्हें यह प्रक्रिया समझ नहीं आएगी न ही वे वैज्ञानिकों की तरह काम करने का आनन्द ले सकेंगे। शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (एनसीएफ़-एसई) 2023 के मुताबिक : "विज्ञान सीखने का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा अपने हाथों से 'विज्ञान करते' हुए अनुभव लेना है। इसमें 'विज्ञान करने' के तहत कोशिश करना और गलतियाँ करने से लेकर आस-पास की सामग्री के उपयोग,

विज्ञान के बुनियादी यंत्रों (मापन के उपकरणों) के उपयोग से लेकर प्रयोगशाला के वैज्ञानिक उपकरणों का उपयोग तक शामिल है। इस प्रक्रिया में विद्यार्थी अवधारणात्मक समझ हासिल करते हैं। साथ ही जोड़-तोड़, डिज़ाइन करना, प्रयोग रचना और उनके प्रदर्शन के द्वारा विद्यार्थी क्षमताएँ विकसित करते हैं।" लेकिन बिना प्रयोगशाला वाली शालाओं में विद्यार्थी विज्ञान को कैसे करें? मैं तीन तरीक़े आपके साथ साझा कर रहा हूँ। जिनसे शिक्षक इस चुनौती का समाधान निकाल सकते हैं। मेरे ये विचार उत्तराखण्ड के चम्पावत के शासकीय उच्च प्राथमिक विद्यालय में विद्यार्थियों के साथ चार साल तक किए काम के अनुभवों पर आधारित हैं।

क) रचनात्मक कोना

रचनात्मक कोना कक्षा-3 और उससे बड़ी कक्षा के बच्चों के लिए उपयुक्त है। इस स्तर पर शिक्षण का प्रमुख उद्देश्य बच्चों में उनके

तालिका-1 : रचनात्मक कोना तैयार करने के लिए ज़रूरी सामग्री की सूची।

क्रमांक	सामग्री	इस्तेमाल	तादाद
1	बड़ा खाली बॉक्स	सभी सामान रखने के लिए	1
2	टेबल	सामान के बॉक्स को रखने के लिए। यदि टेबल उपलब्ध न हो तो कक्षा के किसी भी कोने में भी बॉक्स को रख सकते हैं।	1
3	चटाई	बच्चों के बैठने के लिए	1
4	गत्ते के छोटे डिब्बे	इन डिब्बों को कक्षा में रखें और विद्यार्थियों से कहें कि वे अपने सवाल कागज़ की पर्ची पर लिखकर इन डिब्बों में डाल दें। इन डिब्बों को ज़ोर-से हिलाने के बाद विद्यार्थियों से एक-एक पर्ची निकालने के लिए कहें। निकाली गई पर्ची पर जो लिखा है उसे कक्षा में ज़ोर से पढ़ना है। विद्यार्थियों को सवाल पर कुछ कहने के लिए प्रोत्साहित करें।	5
5	कील	कक्षा में बच्चों के काम के प्रदर्शन हेतु। इस काम में शिक्षक की मदद चाहिए होगी।	13
6	फेविकोल/गोंद	कुछ बनाने में चिपकाने हेतु	1-2
7	आइसक्रीम स्टिक	कई चीज़ों को बनाने हेतु, जैसे सीटी बनाने में	50
8	पुराने अखबार	पेपर मैशी आकार एवं चित्र	1 किलो
9	ट्रिकिंग स्ट्र	ध्वनि उत्पन्न करने, घूमने वाले खिलौनों के लिए	1 पैकेट
10	गुब्बारे	खिलौने एवं सरल प्रयोगों हेतु	1 पैकेट
11	धागा भरी धिरीं	धागे वाला टेलिफोन बनाने हेतु	1 प्रति विद्यार्थी
12	कॉफी कप	धागे वाला टेलिफोन बनाने हेतु	2 प्रति विद्यार्थी
13	पुराने बल्ब	उत्तल लैंस बनाने हेतु	4
14	पुरानी सीडी	सीडी होवरक्राफ्ट बनाने हेतु	5
15	लाइट इमिटिंग डायोड	आलू बैटरी से बल्ब जलाने हेतु	10
16	ताँबे का तार	आलू बैटरी से बल्ब जलाने के लिए	1 फुट
17	ज़िंक पट्टी	आलू बैटरी से बल्ब जलाने हेतु	5

बॉक्स-1 : रचनात्मक कोने के लिए अनुशंसित पुस्तकें

1. Arvind Gupta. 'Apne Haath Ganit'. URL: <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/h-apne-hath-ganit.pdf>
2. Arvind Gupta. 'Little Science: Kabaad se Jugaad'. Published by Eklavya. URL: <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/kabad-jugad-ag.pdf>.
3. Arvind Gupta. 'Vigyan ka Maza'. Published by Pratham. URL: <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/vigyan-maza-pratham.pdf>.
4. Arvind Gupta. 'Kachre se Kamaal'. Published by Pratham. URL: <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/kachre-kamal-pratham.pdf>.
5. Arvind Gupta. 'The Toy Bag'. Published by Eklavya. URL: https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/Toy_bag.pdf.
6. Arvind Gupta. 'Best of Arvind Gupta: Science Skills and Thrills'. Published by Rubin DCruz, Director, Kerala State Institute of Children's Literature. URL: <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/skillsthills.pdf>.

आस-पास के परिवेश के बारे में जिज्ञासा उत्पन्न करना है। विविधतापूर्ण आसानी से उपलब्ध होने वाली और सस्ती सामग्री को एक बॉक्स में रखें और इस बॉक्स को कक्षा के बीच में एक टेबल पर रख दें (देखें तालिका-1)।

सरल प्रयोगों वाली किताबों की प्रतियाँ साझा करें। बेहतर होगा वर्कशीट के रूप में प्रदर्शित करें (बॉक्स-1 देखें)। कक्षा में इनमें से कुछ प्रयोगों को करके दिखाएँ। फिर बच्चों से कहें कि इस बॉक्स में रखी सामग्री का उपयोग करते हुए वे खुद कुछ नई चीज़ें करने की कोशिश करें (देखें चित्र-1)। समूह कार्य और सहपाठियों से चर्चा को प्रोत्साहन दें।



चित्र-1 : रचनात्मक कोने में काम करते हुए विद्यार्थी।

Credits: Satish Bhaskar. License: CC-BY-NC.

ख) विज्ञान का कोना

यह माध्यमिक स्तर (कक्षा-6 से 8) के विद्यार्थियों के लिए उपयुक्त है। इन कक्षाओं की पाठ्यपुस्तकों में दिए गए प्रयोगों के लिए ज़रूरी सामग्री की सूची बना लें। इनमें से जितनी सम्भव हो उतनी सामग्री इकट्ठा कर लें। इस सामग्री को अलग-अलग ढेर में बाँट लें। हरेक ढेर में कक्षा-विशेष के लिए प्रयोग सामग्री हो। हरेक ढेर में रखी सामग्री को पारदर्शी बॉक्स (जैसा टॉफी बेचने वालों के पास होता है) में रखें। हरेक बॉक्स पर कक्षा स्तर को इंगित करने के लिए लेबल लगा दें। इससे विद्यार्थियों को अपनी ज़रूरत की सामग्री खोजने में आसानी रहेगी। प्रयोगशाला को स्थापित करने के लिए अलग कमरा तलाशने की बजाय अपनी कक्षा में एक ऐसा कोना तलाशें जहाँ विद्यार्थियों को प्रयोग करने की स्वतंत्रता हो (देखें चित्र-2)। बेहतर होगा कि किसी ऐसी जगह का चुनाव करें जिसका लम्बे समय तक इस उद्देश्य के लिए उपयोग किया जा सके। कक्षा में एक टेबल को इस कोने में जमाकर अपनी प्रयोगशाला स्थापित करें।

विद्यार्थियों को इस कोने और इसके उद्देश्य

से परिचित कराएँ। विज्ञान कोने का सर्वोत्तम उपयोग करने हेतु आपको अपने पढ़ाने के तरीके में बदलाव करने की ज़रूरत हो सकती है। विद्यार्थियों को महत्त्वपूर्ण सिद्धान्त रटने की बजाय उन्हें खुद से प्रयोग करने, अवलोकन, चर्चा एवं चिन्तन के द्वारा सीखने के मौके दें। अपने विद्यार्थियों को इस बात के लिए प्रोत्साहित करें कि वे विज्ञान कोने से सामग्री को अपनी टेबल तक लेकर आएँ और प्रयोग को सेट करें। उन्हें यह चुनने की अनुमति दें कि वे प्रयोग अकेले या सहपाठी के साथ या छोटे समूह में करें। यह सुनिश्चित करें कि विद्यार्थियों को इस सामग्री के साथ काम करने, सवाल पूछने, सहपाठियों से चर्चा एवं खुद से सीखने के अधिक-से-अधिक मौके मिल सकें। विद्यार्थियों से ऐसे सवाल पूछें जिनसे उन्हें और गहराई से यह सोचने में मदद मिले कि वे क्या कर रहे हैं और क्या देख रहे हैं।

कक्षा के अन्तिम कुछ मिनटों का इस्तेमाल उपयोग में नहीं लाई सामग्री को लेबल किए बॉक्स में वापस रखने में विद्यार्थियों की मदद में करें। विद्यार्थियों से कहें कि प्रयोग के दौरान के अपने अनुभवों को रिकार्ड करें और साझा करें। विद्यार्थियों को

अपने काम को पोस्टर के रूप में प्रस्तुति के लिए प्रोत्साहित करें। इन पोस्टरों को कक्षा की दीवार पर लगाकर प्रदर्शित करें। इनसे विद्यार्थी प्रेरित हो सकते हैं, उन्हें इनके बारे में सोचने के लिए और अधिक आत्म-विश्वास मिलेगा, उनकी सृजनशीलता को और प्रोत्साहन मिलेगा।

ग) कबाड़ से जुगाड़

यह माध्यमिक स्तर या इससे ऊपर के विद्यार्थियों के लिए उपयुक्त है। मैं 'जुगाड़' शब्द का उपयोग नवाचार के लिए और कबाड़ शब्द का उपयोग उस सामान के लिए कर रहा हूँ जिसे हम अपने घर या शाला में अनुपयोगी मानकर फेंक देते हैं। शाला में एक ऐसा कमरे चुनें जहाँ विद्यार्थी बेहिचक आ-जा सकें। कमरे के एक कोने में पेंचकस, हथौड़ी, स्प्रिंग, धिरनी, रेडियो बनाने की किट, पुराने मोबाइल फ़ोन, बेकार पड़े रेडियो और टेलीविज़न सेट, पुराने तार, फ़्यूज बल्ब, पुराने सेल जैसे औज़ार एवं सामग्री रखें। विद्यार्थियों को उनके घर या आस-पास की ऐसी कोई भी बेकार सामग्री जिसमें उनकी रुचि हो उसे इस संग्रह में जोड़ने के लिए प्रोत्साहित करें।

यह महत्त्वपूर्ण है कि इस स्थान को विद्यार्थियों की सृजनात्मकता के विकास के मौके के रूप में देखा जाए, जो स्वाभाविक जिज्ञासा को बढ़ावा दे और अनुभवों के आधार पर अपने किताबी ज्ञान को आगे ले जाने में मदद करें। उन्हें कबाड़ को छूने, वस्तुओं को खोलने के साथ-साथ इनसे अपने मॉडल बनाने और प्रयोग करने की आज़ादी दें। कबाड़ सामग्री के साथ काम करते हुए, भले ही विद्यार्थी का बनाया मॉडल काम न करता हो लेकिन सामग्री की विविध तरीकों से जोड़-तोड़ करना विद्यार्थियों को आत्म-विश्वास देगा। नवाचार की भावना जगाने के अलावा यह जगह पर्यावरण जागरूकता को बढ़ाने में मदद कर सकती है, वह इस तरह कि विद्यार्थी खुद से यह पता लगा रहे हैं कि कितनी तरह से कबाड़ का पुनः उपयोग हो सकता है।



चित्र-2 : ऐसी शाला में विज्ञान कोना, जहाँ विज्ञान प्रयोगशाला नहीं है।

Credits: Satish Bhaskar. License: CC-BY-NC.

चलते-चलते

प्रयोगशाला जैसे स्थान पर शिक्षक एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

(क) विद्यार्थी अपनी जिज्ञासा की वजह से इस स्थान की ओर आकर्षित होते हैं। शिक्षक सीखने का वातावरण बनाकर विद्यार्थियों को प्रेरित कर सकते हैं कि उन्होंने कक्षा में जो देखा है और किया है उससे सम्बन्धित ढेर सारे सवाल पूछ सकें। सवालों के जवाब देने की बजाय इस बात को बढ़ावा देना चाहिए कि विद्यार्थी खुद जवाब की खोजबीन करें।

(ख) विद्यार्थी प्रायोगिक अनुभवों से सीखते हैं। शिक्षक इस तरह से सीखने को प्रोत्साहित करने के लिए विद्यार्थियों को प्रयोग करने और प्रयोग तैयार करने के कई मौके दे सकते हैं। विद्यार्थियों को अपने मॉडल या प्रयोग में निहित अवधारणाओं और कार्य को देखने और समझने की गुंजाइश देने से विद्यार्थियों को स्वाभाविक रूप से वैज्ञानिक होने का अर्थ समझ आता है।

(ग) विद्यार्थी क्या सोच और कर रहे हैं, इसके बारे में बात करके सीखते हैं। शिक्षक उन्हें बुलाकर उनसे अपना काम सहपाठियों तथा अन्य बच्चों के सामने प्रस्तुत करने के लिए कह सकते हैं। सुबह की प्रार्थना सभा ऐसी प्रस्तुतियों के लिए उपयोगी जगह हो सकती है। उदाहरण के लिए, मैंने देखा कि माध्यमिक कक्षाओं के दो विद्यार्थियों ने दिखाया कि किस तरह उन्होंने कबाड़ से ड्रोन बनाया। इस मॉडल में हल्की मोटर लगी थी इसलिए यह मॉडल ज़मीन से कुछ ऊपर तक उड़ सकता था। एक अन्य उदाहरण में कक्षा-5 के दो विद्यार्थियों ने दिखाया कि उन्होंने किस तरह पेपर कप की मदद से स्कूटर का मॉडल बनाया था। मैंने अकसर छोटी कक्षा के विद्यार्थियों को अपनी पाठ्यपुस्तकों की कहानियों को, खुद बनाई कठपुतलियों के साथ प्रस्तुत करते देखा है। विद्यार्थियों को ऐसे मौके देने से उनका अपनी सृजनात्मकता में भरोसा बढ़ सकता है।

यद्यपि जिन शिक्षकों के साथ मैंने काम किया है, उन्हें ऐसी 'लैब स्पेस' बनाना और बनाए रखना हमेशा आसान नहीं लगा। लेकिन शाला में ऐसी लैब स्पेस की मौजूदगी के कई लाभ हैं। शुरुआत में विद्यार्थी उस सामग्री का उपयोग करते थे जो उन्हें उपलब्ध करवाई जाती थी, अपने शिक्षक के साथ काम करने का इन्तज़ार करते थे और प्रयोग करने या बनाने की पूरी प्रक्रिया के दौरान उन्हें शिक्षकों की मौजूदगी आवश्यक लगती थी। लेकिन समय के साथ इसमें बदलाव आया। विद्यार्थियों ने अपने घर से टूटे-फूटे उपकरण लाने शुरू कर दिए ताकि वे उनकी जाँच-पड़ताल कर सकें या उनके हिस्सों का फिर से उपयोग कर सकें। विद्यार्थी खुद के प्रोजेक्ट पर काम करने में रुचि दिखाने लगे, उदाहरण के लिए सीटी या कैलिडोस्कोप (रंगीन काँच के टुकड़ों से भरी एक ट्यूब जिसे घुमाने पर रंगीन पैटर्न उभरते हैं) बनाना। कभी-कभार विद्यार्थी किसी ऐसे प्रोजेक्ट का आइडिया लेकर आते थे, जो उपलब्ध सामग्री से करना सम्भव नहीं होता था। तब उनके शिक्षक और मैं विद्यार्थियों के साथ बैठक की योजना बनाते। बैठक शाला समय के बाद होती थी। हम बैठक की शुरुआत इस चर्चा से करते थे कि विद्यार्थी क्या बनाना चाहते हैं और इसके लिए उन्हें क्या-क्या चाहिए होगा। उनके शिक्षक और मैं ब्लैकबोर्ड पर ज़रूरी सामान की सूची बनाते थे और स्कूल में उपलब्ध न होने वाले सामान को हाइलाइट करते थे। इसके बाद हम खोजबीन करके वे स्रोत सुझाते थे जहाँ से ये सामग्री कम या बिना लागत प्राप्त हो सकती हैं। इन अनुभवों के मार्फत हमने पाया कि नई चीज़ें बनाने के लिए अधिकांश आवश्यक सामग्री पुरानी चीज़ों में मिल सकती है। इस अभ्यास ने विद्यार्थियों को अपने परिवेश में मौजूद सामग्रियों के बारे में सृजनशील तरीके से सोचने को प्रेरित किया। शाला में इस तरह की रचनात्मक जगह बनने के बाद विज्ञान से इतर भी बदलाव दिखने लगे। उदाहरण के लिए छोटी कक्षाओं के बच्चे अमूमन अपने बनाए मॉडल पर अपना नाम लिखना



चित्र-3 : बच्चों में अपने बनाए मॉडल्स के प्रति अपनेपन का भाव महसूस हुआ और वे इन पर अपना नाम लिखने को इच्छुक थे।

Credits: Satish Bhaskar. License: CC-BY-NC.

चाहते थे। जिन विद्यार्थियों को लिखना नहीं आता था उन्होंने शिक्षकों से मदद माँगी। कुछ महीनों तक यह अवलोकन करने के बाद कि शिक्षक उनके नाम को किस तरह लिखते हैं, बच्चों ने खुद से ऐसा करना शुरू कर दिया (देखें चित्र-3)। कई शिक्षकों ने पाया कि विद्यार्थी स्कूल आते ही उत्सुकता से प्रयोगशाला जैसी जगहों को खोजने लगते हैं। कुछ अन्य शिक्षकों ने बताया कि जो विद्यार्थी नियमित रूप से शाला में अनुपस्थित रहते थे, उनकी उपस्थिति ज्यादा नियमित हुई। इनमें से कई विद्यार्थियों ने इस सृजनात्मक स्थान में जो कुछ करने मिलेगा उसके लिए उत्साह और सम्भावना प्रकट की।

कुछ शिक्षकों ने बताया कि कैसे बच्चों को अपनी पसन्द की चीज़ें चुनने और करने की आज़ादी ने उनमें जिम्मेदारी की भावना विकसित करने में मदद की। कुल मिलाकर ऐसी लैब स्पेस विद्यार्थियों के लिए सीखने के अनगिनत अवसर खोल सकती हैं। आप इसके साथ क्या करते हैं यह आपकी पसन्द का मामला है।

मुख्य बिन्दु



- जब तक विद्यार्थी विज्ञान को 'करेंगे नहीं' वे इसकी प्रक्रिया को नहीं समझ सकेंगे या वैज्ञानिकों की तरह सोचने एवं करने का मज़ा नहीं ले पाएँगे।
- जिन शालाओं में विज्ञान प्रयोगशाला नहीं हैं उन शालाओं के विज्ञान शिक्षक अपने विद्यार्थियों के लिए कक्षा के अनुरूप कम खर्चीली, स्थानीय उपलब्ध या कबाड़ सामग्री को लाकर सीखने का स्थान बना सकते हैं। इसके लिए पूरे कमरे का इस्तेमाल करने की बजाय कक्षा के एक कोने में इसे बनाया जा सकता है।
- सीखने की ऐसी जगहों का सबसे प्रभावी इस्तेमाल करने के लिए विज्ञान शिक्षकों को पढ़ाने के ऐसे तरीकों की जरूरत हो सकती है जो जिज्ञासा और प्रायोगिक अनुभवों को प्रेरित करें। इसके अलावा विद्यार्थियों को अपने सहपाठियों और शाला के अन्य बच्चों के समक्ष अपने काम की प्रस्तुति के अवसर भी दे सकें।



आभार : सम्पादक आभारी हैं सौरभ सोम, अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, भोपाल के कि उन्होंने इस लेख को साझा किया एवं इसकी समीक्षा तथा डिज़ाइन करने में मदद की।

Notes: Credits for the image used in the background of the article title: Hands-on Learning Spaces, Satish Bhaskar. License: CC-BY-NC.



सतीश भास्कर विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन में काम करते हैं। उन्होंने 2014 में चम्पावत, उत्तराखण्ड के जिला संस्थान में काम शुरू किया। 2022 में वे मध्यप्रदेश के दमोह जिला संस्थान में आए। सतीश ने शिक्षा में स्नातक और बायोकेमेस्ट्री में स्नातकोत्तर की पढ़ाई की है। वे विज्ञान में सृजनशीलता और नवाचारों को बढ़ावा देने के लिए जुनूनी हैं। उनसे Satish.bhaskar@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : माधव केलकर **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



अलग-अलग तरीकों से सवाल पूछने के लिए कहने का महत्व

उदय मैत्रा

प्राकृतिक दुनिया के बारे में सवाल पूछना वैज्ञानिक की तरह सोचना सीखने का एक महत्वपूर्ण पहलू है। लेकिन कक्षा शिक्षण और मूल्यांकन का हमारा तरीका अकसर ऐसा होता है कि हम सवाल पूछें और विद्यार्थी उसका जवाब दें। हमारी बजाय विद्यार्थी सवाल पूछें, इसके लिए उन्हें किस तरह प्रोत्साहित कर सकते हैं?

“सवाल सीखने और ज्ञान के निर्माण, दोनों का एक केन्द्रीय पहलू है। फिर भी, विद्यार्थी अकसर सवाल से ज़्यादा जवाब को महत्व देते प्रतीत होते हैं... मैं इसके बिल्कुल उलट सोचता हूँ। किसी सवाल के जवाब की तलाश से सीखना सम्भव होता है, न कि खुद जवाब से।” - रिचर्ड जेयर, स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय, अमरीका में रसायनविज्ञान के प्राध्यापक।¹

हमारे विद्यार्थी अपनी पढ़ाई के समय का अच्छा-खासा हिस्सा परीक्षाओं में आने वाले सवालों के जवाब तैयार करने में बिताते हैं। क्या इतनी समय-खपाऊ यह क़वायद विज्ञान की बेहतर समझ की ओर ले जाती है? इसका सीधा-सा जवाब है – नहीं! हालाँकि विद्यार्थियों के लिए परीक्षाओं में अच्छा प्रदर्शन करना लगभग अनिवार्य होता है, पर विषय को अच्छे से समझना उनके लिए

ज़्यादा महत्वपूर्ण है। और यह परीक्षाओं के सवालों के जवाब सीख लेने भर से नहीं होता है। वास्तव में, विद्यार्थी जितने सवालों के जवाब देते हैं, उससे ज़्यादा सवाल उन्हें पूछना चाहिए।

अमरीकी भौतिकविज्ञानी इसिडोर आइज़ैक रबी ने एक बार कहा था : “मेरी माँ ने कोई इरादा न होते हुए भी मुझे वैज्ञानिक बना दिया। ब्रुकलिन में हर दूसरी यहूदी माँ अपने बच्चों के स्कूल से घर आने के बाद उनसे पूछती : तो? आज तुमने कुछ सीखा? लेकिन मेरी माँ ऐसा नहीं करतीं। वे कहतीं, ‘इज़्जी, आज तुमने कोई अच्छा सवाल पूछा?’ इसी अन्तर – अच्छे सवाल पूछना – ने मुझे वैज्ञानिक बनाया।”² रबी को 1944 में नाभिकीय चुम्बकीय अनुनाद (न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेज़ोनेंस – एनएमआर) की खोज के लिए भौतिकी का नोबेल पुरस्कार मिला था। इस

गैर-आक्रामक विश्लेषणात्मक तकनीक के रसायनविज्ञान, जीवविज्ञान और चिकित्सा जैसे कई क्षेत्रों में महत्वपूर्ण उपयोग हैं।

विज्ञान शिक्षक की भूमिका

शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ-एसई) 2023 में कहा गया है : “शिक्षण विधि एवं मूल्यांकन को विद्यार्थियों के विज्ञान सीखने के तरीके से जोड़ने में शिक्षक की भूमिका बहुत महत्वपूर्ण है। शिक्षकों को ऐसा वातावरण निर्मित करना चाहिए जो **स्वाभाविक जिज्ञासा को बढ़ावा दे, सवाल पूछने को प्रेरित करे, स्वयं करके सीखने वाली गतिविधियों के लिए ज्यादा-से-ज्यादा मौके उपलब्ध कराए और विचारों पर चर्चा करने के लिए पर्याप्त गुंजाइश दे।**”⁴ रूपरेखा सुझाव देती है कि शिक्षक ऐसी शिक्षण विधियों का इस्तेमाल करें जो ‘विज्ञान की सवाल पूछने जैसी प्रक्रियाओं’ का अनुकरण करती हों और विद्यार्थियों का आकलन उनके द्वारा देखी गई घटनाओं के बारे उनकी ‘सवाल पूछने’ की क्षमता के लिए करती हों।

यहाँ मैं ऐसे तीन तरीके सामने रख रहा हूँ जिन्हें शिक्षक विज्ञान शिक्षा के किसी भी स्तर पर उपयोग कर सकते हैं। मैं भारतीय

विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बेंगलूर में जो कोर्स पढ़ाता हूँ, उसमें विद्यार्थियों को सवाल पूछने के लिए प्रेरित करने हेतु इन तरीकों का उपयोग करता हूँ। इन तरीकों ने मुझे मेरे विद्यार्थियों की रचनात्मक क्षमताओं का आकलन करने का मौका भी दिया है।

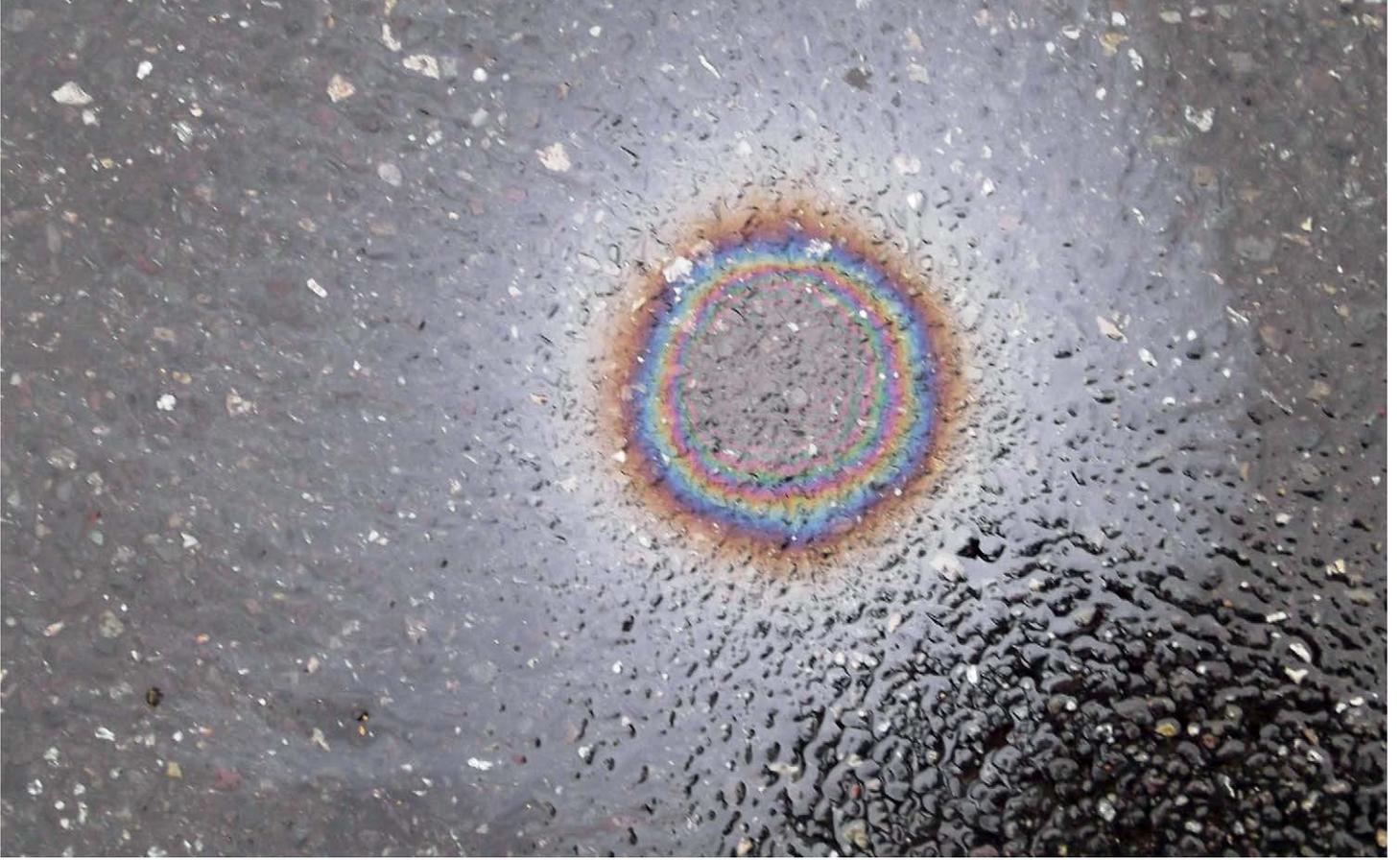
मैं अपने विद्यार्थियों को सामान्य क्रिस्म का होमवर्क नहीं देता। इसकी बजाय, हर 2-3 हफ्तों में, मैं उनसे उनके लेखन का एक पेज देने के लिए कहता हूँ जिसमें विज्ञान का एक सवाल और उसका सम्भावित जवाब हो। सम्भावित, क्योंकि हो सकता है उस सवाल का जवाब ज्ञात ही न हो। मेरी शर्त होती है कि यह सवाल किसी पाठ्यपुस्तक या परीक्षा से लिया गया नहीं हो सकता। साथ ही, बेहतर हो कि उनका जवाब उनकी पाठ्यपुस्तक को पढ़ने से जाहिर न होता हो। बीते सालों में, कई विद्यार्थियों ने मुझे बताया है कि उन्हें इस तरह के होमवर्क में बहुत मज़ा आता था क्योंकि इसके लिए उन्हें पढ़ना और उससे भी ज्यादा महत्वपूर्ण, सोचना पड़ता था। एक शिक्षक के दृष्टिकोण से इस विधि का एक और लाभ है। हर विद्यार्थी एक अलग सवाल लेकर आता है क्योंकि इस कार्य में एक-दूसरे से होमवर्क कॉपी करने की गुंजाइश नहीं होती।

इसी का एक दूसरा रूप मैंने अपने आकलनों में अपनाया है। सामान्य सवालों के अलावा मैं एक सवाल ऐसे चित्र के साथ देता हूँ जो आकलन में शामिल विषयों से सम्बन्धित हो। यह चित्र कोई आलेख या तस्वीर हो सकता है। मैं विद्यार्थियों से विज्ञान के ऐसे कोई भी दो सवाल सामने रखने को कहता हूँ जो कोई व्यक्ति उस चित्र को देखकर पूछ सकता है (देखें **गतिविधि शीट : वैज्ञानिक सवाल पूछना और शिक्षक मार्गदर्शिका**)।

तीसरी ‘तरक़ीब’ जो मैं अक्सर अपनाता हूँ वह है विद्यार्थियों को एक सवाल और उसका जवाब प्रदान करना। मैं उन्हें बताता हूँ कि वह जवाब सही, आंशिक रूप से सही या बिल्कुल ग़लत हो सकता है। विद्यार्थी का काम होता है जवाब की परिशुद्धता का ‘मूल्यांकन’ करना और उसे अंक देना। मैं उनसे उनके मूल्यांकन का समर्थन करने वाले कारण बताने को भी कहता हूँ। मैं उनके मूल्यांकन और कारणों की परिशुद्धता का आकलन करके उन्हें अंक देता हूँ। मेरे विद्यार्थियों को मूल्यांकन का यह तरीका भी पसन्द आया क्योंकि इसमें उन्हें अपने आकलन का सृजनात्मक ढंग से प्रयोग करने का मौका मिलता था।

लक्ष्य :

आपने अपनी पाठ्यपुस्तक, कक्षा या परीक्षाओं के विज्ञान के सवालों के जवाब याद करने में बहुत सारा समय बिताया होगा। यह कभी-कभी कठिन और उबाऊ लग सकता है। लेकिन क्या आपको पता है कि प्राकृतिक दुनिया के बारे में **सवाल पूछना** वैज्ञानिकों के काम का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होता है? यह बहुत मजेदार हो सकता है। खुद करके देखें।

**अवलोकन करें व रिकार्ड करें :**

ऊपर दी गई तस्वीर को 5-10 मिनट देखें।

- तस्वीर में आपको क्या दिखाई देता है? आप इसका वर्णन अपने किसी ऐसे दोस्त के सामने कैसे करेंगे जिसने इसे नहीं देखा है? जितनी जानकारियाँ दे सकते हैं उतनी देने की कोशिश करें। तस्वीर के बारे में जो भी चीज़ सुन्दर या दिलचस्प लगे, बताएँ।
- क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि तस्वीर में आप क्या देख रहे हैं? क्या आपने ऐसा कुछ अपने प्राकृतिक संसार में देखा है? अगर हाँ, तो वर्णन करें कि कब और कहाँ देखा है।

सोचें और चर्चा करें :

क. ऐसे तीन सवालों के बारे में कुछ मिनट सोचें जो आपको लगता है कि वैज्ञानिक तस्वीर में दिखाई गई घटना के बारे में पूछ सकते हैं। उन्हें नीचे दी गई जगह में एक के नीचे एक लिख दें। जितने सरल व सीधे शब्दों में लिख सकें, लिखें। ऐसे सवाल चुनने की कोशिश करें :

- जो इस घटना के किसी खास पहलू के बारे में हों।
- जो किसी पाठ्यपुस्तक या परीक्षा से न हों।
- जिनका सही जवाब आपको अभी तक पता न हो।
- जो आपको (और आपके दोस्तों को) सोचने पर मजबूर करें।
- जिनके बारे में आपको लगता हो कि वे आपको इस घटना के बारे में कोई महत्वपूर्ण बात बताएँगे।

	आपके सवाल
सवाल-1	
सवाल-2	
सवाल-3	

ख. आपको क्यों लगता है कि वैज्ञानिक इस तरह के सवाल करेंगे? क्या चीज़ उन्हें अन्य तरह के सवालों से अलग बनाती है?

ग. नीचे दी गई तालिका में बाईं तरफ़ वैज्ञानिक सवालों की कुछ विशेषताएँ दी गई हैं। दाईं ओर आपके तीन सवालों के लिए तीन कॉलम दिए गए हैं : सवाल-1, सवाल-2, सवाल-3। कुछ मिनट लें और दाईं तरफ़ के बॉक्स 'हाँ', 'नहीं' या 'शायद' से भरें।

विशेषताएँ	सवाल-1	सवाल-2	सवाल-3
क्या आप अपने सवाल के जवाब का अनुमान लगा सकते हैं? आपका जवाब ऐसा होना चाहिए जो आपको लगता है कि सही हो सकता है, लेकिन उसे गलत सिद्ध किया जा सकता है। इसे अगर... तो... वाले वाक्य में अभिव्यक्त करने की कोशिश करें।			
क्या आप अपने जवाब की जाँच अवलोकनों, मापनों और/ या किसी प्रयोग के द्वारा कर सकते हैं? यह आपकी पद्धति होगी। ऐसी पद्धति चुनने की कोशिश करें जिसकी आपके अनुमान को ग़लत दिखाने की सम्भावना सबसे अधिक हो।			
अगर अपने अनुमान की जाँच किसी दूसरे दिन उसी पद्धति से उन्हीं दशाओं के तहत करें तो क्या आपको वही परिणाम मिलने की सम्भावना है?			
क्या आपका अनुमान ऐसे प्रमाण पर आधारित है जिन्हें आपके दोस्त खुद जाँच सकते हैं? अगर वे आपकी विधि का इस्तेमाल उन्हीं दशाओं के तहत करें तो क्या उन्हें भी वही जवाब मिलने की सम्भावना है?			

घ. क्या आपके किसी भी सवाल को ऊपर दी गई तालिका की हर पंक्ति में 'हाँ' मिला? इसके वैज्ञानिक सवाल होने की सम्भावना सबसे अधिक है। इसे नीचे लिख लें। अगर आपको एक से ज्यादा सवाल के लिए 3-4 हाँ मिले, तो वह सवाल चुनें जो आपको सबसे दिलचस्प लगा हो। अगर आपका कोई भी सवाल इस तरह का न हो तो थोड़ा और विचार करें। क्या आप तस्वीर में दिखाई गई घटना के बारे में कोई अधिक वैज्ञानिक सवाल सामने रख सकते हैं? (याद रखें : वैज्ञानिक की तरह सोचने के लिए अभ्यास लगता है)।

ड. क्या आप अपने सवाल का जवाब तलाशने का कोई सरल तरीका ढूँढ सकते हैं? ऐसी विधि चुनें जो :

- साधारण, सस्ते और यथासम्भव आपके पास पहले से उपलब्ध सामानों से की जा सकती हो।
- करने में ज्यादा समय न लेती हो।
- ज्यादा जटिल न हो।
- आपके सवाल का स्पष्ट जवाब देने की सबसे अधिक सम्भावना रखती हो।

च. आपने वैज्ञानिक सवालों के बारे में क्या सीखा, इसकी चर्चा अपने दोस्तों के साथ करें।

- इस अभ्यास के कौन-से हिस्से आपको आसान लगे? कौन-से हिस्से आपको कठिन लगे?
- आपका सवाल आपको तस्वीर में दिखाई गई घटना के बारे में क्या बताता है? उदाहरण के लिए, क्या यह आपको इस घटना के होने के कारण के बारे में कुछ बताता है? या क्या यह आपको दो कारकों के इसके ऊपर पड़ने वाले प्रभावों की तुलना करने का मौका देता है?
- विज्ञान में कई सवाल तीन में से एक प्रकार के होते हैं : यह (घटना) क्या है? यह कैसे काम करती है? यह स्थिति कैसे विकसित हुई? आपका सवाल किस प्रकार का है?
- वैज्ञानिक सवाल पूछना महत्वपूर्ण क्यों है? आपको क्यों लगता है कि आपका सवाल महत्वपूर्ण है?

Source of the image used in this sheet:

Credits: brewbooks, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_-_water_%3D_Rain-bow_-_Flickr_-_brewbooks_%281%29.jpg. License: CC BY-SA 2.0 Generic Deed.

आपकी टिप्पणियाँ

- इस गतिविधि को विद्यार्थियों को निम्नलिखित मॉके देने के लिए तैयार किया गया है :
 - वास्तविक दुनिया की घटनाओं के अपने स्वयं के अवलोकनों के आधार पर वैज्ञानिक सवाल बनाना।
 - यह सोचते हुए अपने सवालों को परिशुद्ध करना कि कोई वैज्ञानिक इन सवालों का जवाब देने की और अपने जवाबों की वैधता को जाँचने की कोशिश किस तरह करेगा।
 - इस बात की खोज करना कि वैज्ञानिक सवाल क्यों महत्वपूर्ण होते हैं।
- छठवीं, सातवीं, आठवीं कक्षाओं के लिए इस गतिविधि के रूपान्तरित संस्करणों का उपयोग किया जा सकता है। छठवीं कक्षा की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी 2024-25) के अध्याय-1 (विज्ञान का अनूठा संसार) में विद्यार्थियों से पूछा गया है : “हम स्वयं अपने प्रश्नों के उत्तर ढूँढने का प्रयास कैसे कर सकते हैं?” आप इस अध्याय में शामिल की गई तीन गतिविधियों के विस्तार के रूप में इस शीट में दिए गए अभ्यास का उपयोग कर सकते हैं। लेकिन अगर आपको लगता है कि आपके विद्यार्थियों को इसके साथ और अभ्यास करने की आवश्यकता है तो आप सिर्फ उन्हें ‘**सोचें और चर्चा करें**’ खण्ड के भाग **क**) को आज़माने को कह सकते हैं। तीन-चार सवाल बनाने की बजाय उन्हें उनके ध्यान में आ रहे सारे सवालों को लिखने के लिए प्रेरित करें। सातवीं कक्षा के विद्यार्थियों को शीट के भाग **क**, **ख** और **ग** पर काम करने के लिए कहा जा सकता है। आठवीं कक्षा के विद्यार्थी पूरे अभ्यास पर काम कर सकते हैं।
- पूरी गतिविधि के लिए तीन कक्षा सत्र की योजना बनाएँ और पहले दो सत्रों के बाद विद्यार्थियों को होमवर्क दें।
- शीट में दिखाई गई तस्वीर पानी पर तेल के पड़ने से बनने वाले इन्द्रधनुष प्रभाव की है। मैंने इस प्रेरक (prompt) का चयन इसलिए किया क्योंकि शायद बच्चों ने अपनी असली दुनिया में इसे देखा होगा। यह उन्हें आकर्षित करती है और स्वाभाविक रूप से कई सवालों को प्रेरित करती है कि इससे वे रंग पैदा होते हैं जिन्हें वे आसमान में दिखने वाले इन्द्रधनुष से जोड़ते हैं।
 - आप कोई दूसरी तस्वीर का उपयोग कर सकते हैं। या कोई वीडियो चलाकर, किसी असल वस्तु को कक्षा में लाकर या कोई सरल प्रदर्शन देकर अभ्यास को शुरू कर सकते हैं। अगर आप जीवित जीवों या ज्वलनशील वस्तुओं का प्रयोग करते हैं, तो एहतियात जरूरी है ताकि अभ्यास के दौरान आपके प्रेरक और आपकी कक्षा को नुकसान का खतरा न रहे।
 - आपका प्रेरक किसी ऐसी अवधारणा या विषय से जुड़ा हो सकता है जिसे आपने अभी-अभी पढ़ाकर खत्म किया हो या जिसे पढ़ाना शुरू करने की आपकी योजना हो। मैंने कभी-कभी यह अभ्यास किसी ऐसी चीज़ के साथ शुरू किया है जिसके बारे में मेरे विद्यार्थियों ने मुझसे बहुत सारे सवाल पूछे थे।
 - ऐसे प्रेरक को तरजीह दें जो विज्ञान की कक्षा से सम्बन्धित न हो। रोजमर्रा की दुनिया को कक्षा में लेकर आएं। इस अभ्यास को ऐसे प्रेरक के साथ करना खासतौर से दिलचस्प हो सकता है जिसे विद्यार्थी अपनी रोजमर्रा की दुनिया में साधारण और जाना-पहचाना समझते हैं। यह उन्हें ऐसी चीज़ों को उस नए ढंग से, ध्यान और जिज्ञासा के साथ देखने के अचरज से परिचित करा सकता है जो विज्ञान में हर खोज के केन्द्र में होते हैं।
- गतिविधि शीट को अपने विद्यार्थियों के साथ साझा करते हुए पहले सत्र की शुरुआत करें। उन्हें बताएँ कि आप उनके देखने (और समझने) लिए एक प्रेरक का प्रदर्शन करने वाले हैं। उन्हें उसे गौर से देखने और तीन सवालों के बारे में सोचने के लिए आमंत्रित करें। फिर विद्यार्थियों को उस प्रेरक को देखने और उसके साथ जुड़ने के लिए 5-10 मिनट दें। इसे शान्ति से और दूसरों को परेशान किए बगैर करने की ज़रूरत पर ज़ोर दें।
 - अगर आपका प्रेरक कोई जीवित जीव या ऐसा कुछ नहीं है जिसे ग़लत तरीके से समझने से वह आपके विद्यार्थियों को नुकसान पहुँचा सकता है, तो उन्हें बिना यह महसूस किए कि उनका आकलन किया जा रहा है, इसे छूने और उसका उपयोग करने का मौक़ा दें।
 - अगर आपका प्रेरक कोई जीवित जीव है तो उसे परेशान या नुकसान किए बगैर देखने की ज़रूरत के

बारे में विद्यार्थियों को बताएँ। अगर वह ऐसा कुछ है जो ग़लत तरीके से समझा जाने से उन्हें नुक़सान पहुँचा सकता है, तो उन्हें ऐसी सावधानियों के बारे में बताएँ जिन्हें बरतना उनके लिए ज़रूरी है। इन मामलों में, अपने विद्यार्थियों को आपके प्रेरक को बहुत नज़दीक से देखने की अनुमति सिर्फ़ आपके निरीक्षण में दें।

6. विद्यार्थियों को गतिविधि शीट के 'अवलोकन करें और रिकार्ड करें' खण्ड को भरने के लिए कम-से-कम 20 मिनट दें। फिर उन्हें अपने अवलोकनों को साझा करने के लिए आमंत्रित करें। इन्हें बोर्ड पर लिख दें। इन अवलोकनों को जितना सम्भव हो उतना सटीक और विशिष्ट बनाने के लिए जहाँ ज़रूरी हो, विद्यार्थियों से और सवाल पूछें।
7. 'सोचें और चर्चा करें' खण्ड के क व ख भागों को होमवर्क के रूप में दें। बहुत संक्षेप में, अपने विद्यार्थियों को यह बताएँ कि उनसे क्या अपेक्षित है। अगर इस कार्य के बारे में उनके कोई सवाल हों तो उनका जवाब ऐसे उदाहरणों के साथ न दें जो प्रस्तुत प्रेरक से सम्बन्धित हों।
8. दूसरे सत्र की शुरुआत में विद्यार्थियों को अपने सवालों को देखने और उनमें कोई बदलाव करने के लिए 5 मिनट दें। उन्हें भाग ख के बारे में अपने जवाबों को साझा करने के लिए आमंत्रित करें : उन्हें क्या लगता है कि वैज्ञानिक किस तरह के सवाल कर सकते हैं? क्या ऐसे सवालों की कोई आम विशेषताएँ होती हैं? आप उनके जवाबों को बोर्ड पर लिखने के लिए किसी विद्यार्थी की मदद ले सकते हैं। इन जवाबों पर चर्चा करने के लिए 10 मिनट का समय लें।
9. 'सोचें और चर्चा करें' खण्ड के भाग ग में दी गई तालिका को बोर्ड पर बनाएँ। चर्चा करें कि इन चार विशेषताओं का क्या मतलब होता है। यह सम्भव है कि आपके विद्यार्थियों ने खुद ही इनमें से कुछ विशेषताओं का अनुमान लगा लिया हो। ऐसे जुड़ावों को कक्षा में चिह्नित करें। विद्यार्थियों को सवाल पूछने और अपने संशयों को दूर करने के लिए प्रेरित करें, लेकिन कोशिश करें कि ऐसे उदाहरण न दें जो सीधे-सीधे उस प्रेरक से जुड़ते हों जिसे आप इस गतिविधि के लिए उपयोग कर रहे हों। फिर 'सोचें और चर्चा करें' खण्ड के भागों ग, घ व ड को होमवर्क के बतौर दें।
10. तीसरे सत्र की शुरुआत 1-2 विद्यार्थियों को अपने काम को साझा करने के लिए आमंत्रित करते हुए करें। हर एक विद्यार्थी को अपनी प्रस्तुति के लिए 5 मिनट दें। आप अपनी प्रतिक्रिया दें उससे पहले अन्य विद्यार्थियों को इस प्रस्तुति पर सवालों और सुझावों के साथ प्रतिक्रिया देने के लिए प्रोत्साहित करें। 'सोचें और विचार करें' खण्ड के भाग ड में दी गई चार कसौटियों की ओर ध्यान आकृष्ट करें। जहाँ ज़रूरी हो, विद्यार्थियों से किसी अलग वस्तु या अपेक्षाकृत सरल प्रक्रिया के बारे में सोचने को कहें।
11. विद्यार्थियों से गतिविधि शीट के अपने जवाबों को जमा करने के लिए कहें। फिर इस अभ्यास के इर्द-गिर्द चर्चाओं के लिए कक्षा को खोल दें। चर्चा के लिए भाग च में दिए गए सवालों को प्रेरक के रूप में प्रयोग करें। विद्यार्थियों को दोबारा यह याद दिलाते हुए कक्षा का समापन करें कि वैज्ञानिक सवाल पूछना वैज्ञानिकों के काम का एक महत्वपूर्ण भाग होता है। लेकिन ऐसे सवाल पूछने के लिए अभ्यास की ज़रूरत होती है। उन्हें अभ्यास करते रहने के लिए प्रोत्साहित करें।
12. अगर आपको लगता है कि आपके विद्यार्थियों को इस अभ्यास में मज़ा आया है, तो आप उन्हें सुझाव दे सकते हैं कि वे अपने साथ एक छोटी कॉपी रखें और उनके मन में जो भी वैज्ञानिक सवाल आएँ उन्हें उसमें दर्ज कर लें। या आप विद्यार्थियों को कागज़ की पर्चियों पर अपने सवाल लिखकर उन्हें एक खाली बॉक्स में डालने के लिए आमंत्रित कर सकते हैं। सप्ताह में एक बार, आप अपनी कक्षा की शुरुआत में इस बॉक्स से एक पर्ची निकालकर उसमें लिखा हुआ सवाल पढ़ सकते हैं। इस सवाल का जवाब देने की बजाय, विद्यार्थियों के साथ इस पर चर्चा करें। इनमें से कुछ प्रेरक मदद कर सकते हैं :
 - क्या यह एक वैज्ञानिक सवाल है? हम यह कैसे जानते हैं?
 - क्या इसे सुधारकर वैज्ञानिक सवाल बनाया जा सकता है?
 - आप इसका जवाब किस तरह ढूँढ़ेंगे?

मुख्य बिन्दु



- हमारे आकलन अकसर विद्यार्थियों द्वारा हमारे सवालों के जवाब देने की क्षमता की परीक्षा लेते हैं, बनिस्बत उनकी सवाल पूछने की क्षमता के।
- प्राकृतिक दुनिया के बारे में वैज्ञानिक सवाल पूछना सीखना एक वैज्ञानिक की भाँति सोचने का एक महत्वपूर्ण पहलू है। इससे विद्यार्थियों को अपनी पाठ्यपुस्तकों में दी गई जानकारी से आगे जाने और अपनी रचनात्मकता को अमल में लाने का मौक़ा मिलता है।
- लेख में ऐसे तीन जाँचे-परखे तरीकों का उल्लेख किया गया है जिनमें आकलनों का इस्तेमाल करके शिक्षक विद्यार्थियों को वैज्ञानिक सवाल पूछने का कौशल विकसित करने और उसका अभ्यास करने में मदद कर सकते हैं।



आभार : यह लेख पहले 'एक्सेलेरेटिंग साइंस' में प्रकाशित हुआ था जिसका सम्पादन किया था धरणीधर दास और सुरजीत चौधरी ने और प्रकाशक थे प्राचार्य, जमुगुरी हायर सेकेंडरी स्कूल, शोनितापुर 784180 ©2013। इसके बाद यह पुनः प्रकाशित हुआ 'रेजोनेंस', अंक 20, 2015 में (यूआरएल : <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/reso/020/01/0073-0075>)। यहाँ प्रकाशित संस्करण में : (अ) मिडिल स्कूल विज्ञान शिक्षकों के लिए प्रासंगिक मूल लेख के हिस्सों को शामिल किया गया है, (ब) नए ब्यौरे शामिल हैं जो लेख के मुख्य विचारों को मिडिल स्कूल विज्ञान पाठ्यक्रम के साथ जोड़ते हैं और (स) मूल लेख के वे हिस्से शामिल नहीं हैं जो बड़ी कक्षाओं के लिए उपयुक्त अवधारणाओं या शिक्षण प्रक्रियाओं से सम्बन्धित थे। हम लेखक उदय मैत्रा और कॉपीराइट अधिकारी सुरजीत चौधरी को धन्यवाद देते हैं कि उन्होंने हमें यह संस्करण छापने की अनुमति दी। सम्पादक इन अनुमतियों को हासिल करने की प्रक्रिया को सुगम बनाने के लिए अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु की विजेता रघुराम का भी धन्यवाद करते हैं।

टिप्पणियाँ :

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में उपयोग किए गए चित्र के लिए आभार : Questions, Pixabay. URL: <https://www.pexels.com/photo/question-mark-on-chalkboard356079/>. License: CC0.
2. इस लेख के साथ दो अलग किए जा सकने वाले कक्षा संसाधन दिए जा रहे हैं : 'गतिविधि शीट : वैज्ञानिक सवाल पूछना' और एक उससे जुड़ी 'शिक्षक मार्गदर्शिका'।

References:

1. Richard N Zare. 'The Power of the Question! Resonance (Aug 2009): 818-819. URL: <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/reso/014/08/0818-0819>.
2. Donald Sheff. 'Izzy, Did You Ask a Good Question Today?'. New York Times (Jan 1988): 26. URL: <https://www.nytimes.com/1988/01/19/opinion/I-izzy-did-you-ask-a-good-question-today-712388.html>.
3. Nobel Prize Outreach. 'The Nobel Prize in Physics 1944'. Nobel Prize Foundation. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1944/summary/>.
4. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.



उदय मैत्रा भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बेंगलूरु के कार्बनिक रसायनविज्ञान विभाग में मानद प्राध्यापक तथा आईएनएसए (भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी) वरिष्ठ वैज्ञानिक हैं। उनसे maitra@iisc.ac.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

कक्षा शिक्षण में NCF-SE की भूमिका

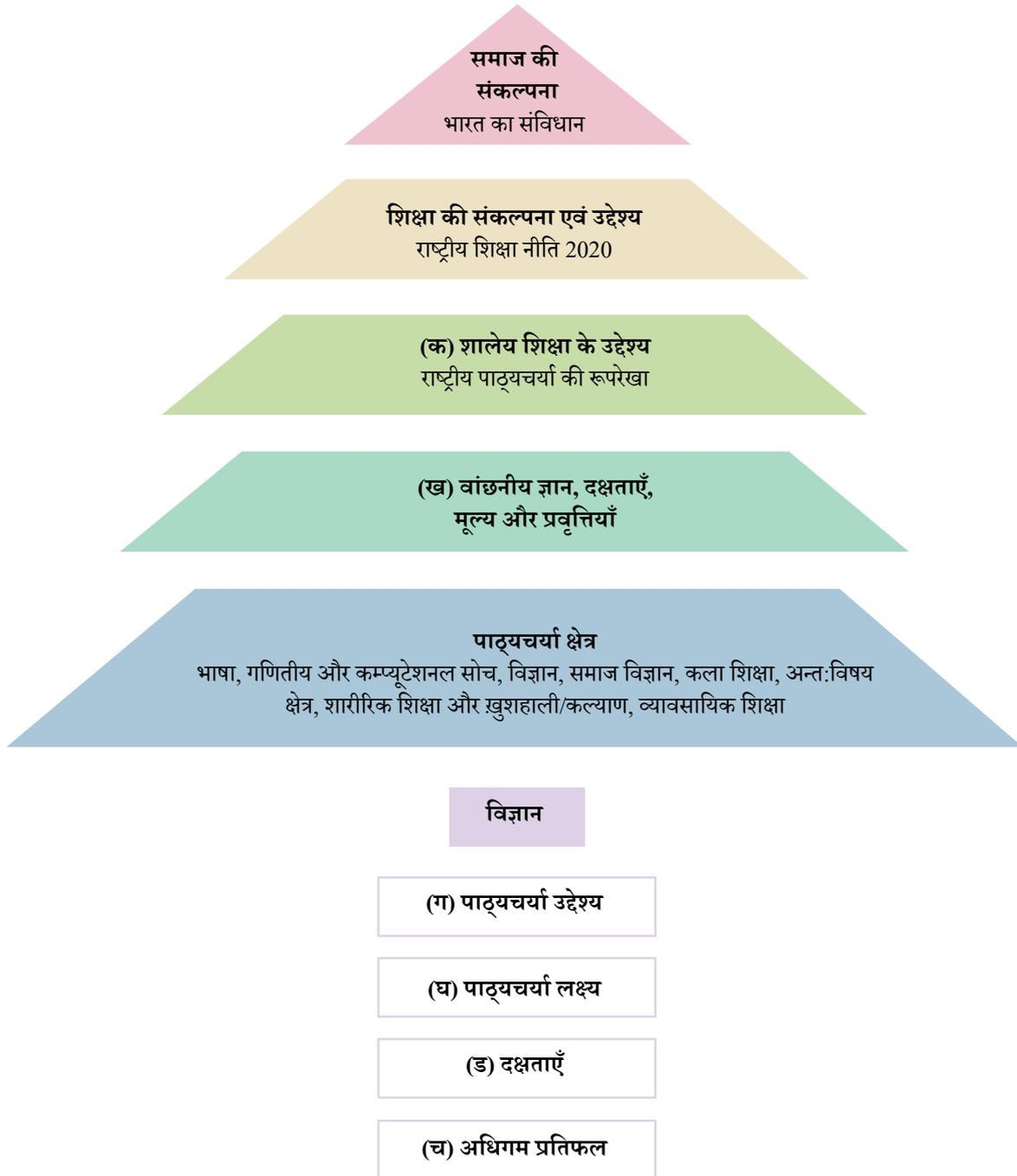
राकेश तिवारी और विनय सूरम

स्कूली विज्ञान शिक्षक NEP 2020 में बताए गए शिक्षा के व्यापक और अमूर्त लक्ष्यों को अपने कक्षा शिक्षण में कैसे समाहित कर सकते हैं? शिक्षण और आकलन योजनाएँ बनाने में शिक्षकों का मार्गदर्शन करने में NCF-SE कैसे सहायक है?

भारत के संविधान में समाज की संकल्पना से दिशा लेकर, NEP 2020 में कहा गया है : “...शैक्षिक प्रणाली का उद्देश्य अच्छे इन्सानों का विकास करना है – जो तर्कसंगत विचार और कार्य करने में सक्षम हों, जिनमें करुणा और सहानुभूति, साहस और लचीलापन, वैज्ञानिक चिन्तन और रचनात्मक कल्पनाशक्ति, नैतिक मूल्य और आधार हों। इसका उद्देश्य ऐसे उत्पादक लोगों को तैयार करना है जो कि अपने संविधान द्वारा परिकल्पित – समावेशी और बहुलतावादी समाज के निर्माण में बेहतर तरीके से योगदान करें।” शिक्षा की यह दृष्टि बहुत प्रासंगिक होते हुए भी, स्कूली विज्ञान शिक्षकों के लिए उनके कक्षा शिक्षण के सन्दर्भ

में कुछ अमूर्त लग सकती है। इस तरह के सवाल उठ सकते हैं : विज्ञान की पाठ्यचर्या में शामिल विषयवस्तु इस उद्देश्य को पूरा करने में कैसे मदद कर सकती है? यह दृष्टि विज्ञान शिक्षकों को उनके कक्षा शिक्षण की प्रक्रिया में कैसे मार्गदर्शन प्रदान कर सकती है?

इन सवालों के उत्तर के लिए, राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा – शालेय शिक्षा (NCF-SE) 2023 अधिगम मानक (लर्निंग स्टैन्डर्ड) का ढाँचा प्रदान करती है (चित्र-1 देखें)। यह ढाँचा शिक्षकों को ऐसे शिक्षण अनुभव विकसित करने और उन्हें लागू करने में मार्गदर्शन देने के लिए बनाया गया है, जो शिक्षा के समग्र और अमूर्त लक्ष्यों को ठोस कक्षा अभ्यासों में रूपान्तरित कर सकें।



चित्र-1 : NCF-SE में अधिगम मानकों के ढाँचे के घटक। (क) शालेय शिक्षा के उद्देश्य : NEP 2020 में प्रस्तुत शिक्षा की दृष्टि से प्रेरित, NCF-SE का यह खण्ड कहता है कि शालेय शिक्षा को तर्कसंगत सोच, स्वतंत्र विचार, स्वास्थ्य और खुशहाली, लोकतांत्रिक और सामुदायिक भागीदारी, आर्थिक भागीदारी और सांस्कृतिक भागीदारी को बढ़ावा देना चाहिए। इन पाँच उद्देश्यों को शैक्षिक दृष्टि के वक्तव्यों के रूप में प्रस्तुत किया गया है, जो शालेय शिक्षा के विभिन्न प्रयासों (जैसे पाठ्यचर्या विकास, संस्थागत व्यवस्थाएँ, अनुदान और वित्तपोषण और व्यक्तियों की दक्षताएँ) के लिए व्यापक दिशा प्रदान करते हैं। **(ख) ज्ञान, दक्षताएँ, मूल्य और प्रवृत्तियाँ :** इस खण्ड में, NCF-SE उन आवश्यक ज्ञान, दक्षताओं, मूल्यों और प्रवृत्तियों का उल्लेख करता है, जिन्हें विद्यार्थियों को विकसित करना चाहिए ताकि शालेय शिक्षा के उद्देश्यों की पूर्ति हो सके। **(ग) पाठ्यचर्या के उद्देश्य :** NCF-SE का यह खण्ड शालेय शिक्षा के उद्देश्य को विशिष्ट रूप से पाठ्यचर्या के आठों क्षेत्रों से जोड़ता है। **(घ) पाठ्यचर्या लक्ष्य :** इस खण्ड में, NCF-SE पाठ्यचर्या लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए प्रत्येक चरण (बुनियादी, प्रारम्भिक, माध्यमिक और उच्च-माध्यमिक) के लिए पाठ्यचर्या सम्बन्धी व्यवस्थाओं के लिए मार्गदर्शन प्रदान करता है। **(ड) दक्षताएँ :** इस खण्ड में, NCF-SE उन अधिगम उपलब्धियों को साझा करता है, जिनकी अपेक्षा की जाती है कि विद्यार्थी प्रत्येक पाठ्यचर्या लक्ष्य को पूरा करने के लिए हासिल करेंगे। **(च) अधिगम प्रतिफल :** हालाँकि NCF-SE में सूचीबद्ध दक्षताओं का उद्देश्य माध्यमिक स्तर पर विद्यार्थियों द्वारा प्राप्त की जाने वाली उपलब्धियों का मार्गदर्शन करना है, लेकिन अधिगम प्रतिफल प्रत्येक दक्षता के लिए कक्षा-वार अन्तरिम संकेतक हैं। शिक्षक इनका उपयोग अपनी सामग्री, शिक्षण विधियों और आकलन की योजना बनाने के लिए कर सकते हैं। यह विद्यार्थियों के शैक्षिक स्तर का अवलोकन और ट्रैक करने और उनकी ज़रूरतों के अनुसार प्रतिक्रिया देने में भी सहायक होगा।

Credits: Adapted from the NCF-SE 2023, NCERT. Licence: CC BY-NC-ND.

माध्यमिक स्तर पर विज्ञान के लिए अधिगम मानक

(क) स्कूल स्तर पर विज्ञान पाठ्यचर्या के उद्देश्य : NCF-SE के अनुसार, स्कूल स्तर पर विज्ञान शिक्षा का उद्देश्य है : “... स्वयं खोजबीन के माध्यम से, प्राकृतिक और भौतिक संसार की समझ विकसित करना। विज्ञान सीखने से विद्यार्थियों में अवलोकन, विश्लेषण और तार्किक निष्कर्ष निकालने जैसे प्रक्रिया कौशल भी विकसित होते हैं। इससे वे समाज और काम की दुनिया में वैज्ञानिक मिजाज, आलोचनात्मक व साक्ष्य-आधारित सोच, प्रासंगिक सवाल पूछने, रीति-रिवाजों का विश्लेषण करने और आवश्यक बदलाव लाने में सक्रिय रूप से भाग ले पाते हैं।” यह इस बात पर जोर देता है कि विज्ञान को केवल तथ्यात्मक ज्ञान के रूप में नहीं, बल्कि ऐसे ज्ञान के निर्माण और उपयोग के साधन के रूप में भी प्रस्तुत किया जाना चाहिए। इस ज्ञान के उपयोग का विवरण देते हुए, NCF-SE कहता है कि: “अच्छी विज्ञान शिक्षा में, विद्यार्थियों में सवाल पूछने और शोध करने की मानसिकता विकसित करना शामिल है, जो भारत और दुनिया के सामने आज की चुनौतियों का समाधान करने की लिए महत्वपूर्ण है; जैसे जलवायु परिवर्तन, स्वास्थ्य सेवाओं में

सुधार, टिकाऊ विकास के लिए प्रौद्योगिकी का विकास और उपयोग, न्यायपूर्ण और समान आजीविका का निर्माण और प्रकृति के साथ सामंजस्यपूर्ण जीवन जीना। इससे विद्यार्थियों को यह समझने में मदद मिलेगी कि विज्ञान और वैज्ञानिक अनुसन्धान समाज के सामने खड़ी प्रमुख चुनौतियों का समाधान कैसे कर सकते हैं।”²

(ख) माध्यमिक स्तर पर विज्ञान पाठ्यचर्या के उद्देश्य : NCF-SE के अनुसार, कक्षा-6 से 8 के लिए विज्ञान पाठ्यचर्या में विद्यार्थियों को निम्नलिखित अवसर प्रदान किए जाने चाहिए :

- CG-1: पदार्थ और इसके घटकों, गुणों और व्यवहार को टटोलना।
- CG-2: भौतिक दुनिया की वैज्ञानिक और गणितीय तरीके से पड़ताल करना।
- CG-3: जीव-जगत का वैज्ञानिक तरीके से अध्ययन करना।
- CG-4: स्वास्थ्य, स्वच्छता और खुशहाली के घटकों को समझना।
- CG-5: विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज के आपसी सम्बन्ध को समझना।
- CG-6: वैज्ञानिक ज्ञान के विकास से जुड़कर और वैज्ञानिक अन्वेषण के माध्यम से विज्ञान की प्रकृति और प्रक्रियाओं की पड़ताल करना।

- CG-7: विज्ञान से सम्बन्धित सवालों, अवलोकनों और निष्कर्षों को सम्प्रेषित करना।
- CG-8: अतीत और वर्तमान में विज्ञान के समग्र क्षेत्र में और उसके विभिन्न विषयों में भारत के योगदान को समझना व सराहना।
- CG-9: वैज्ञानिक ज्ञान के सभी क्षेत्रों में नवीनतम खोजों, विचारों और सीमाओं के बारे में जागरूकता विकसित करना, ताकि यह समझा जा सके कि विज्ञान निरन्तर विकसित हो रहा है और बहुत-से सवाल अभी भी अनुत्तरित हैं।²

(ग) प्रत्येक पाठ्यचर्या लक्ष्य के लिए आवश्यक दक्षताएँ : NCF-SE प्रत्येक पाठ्यचर्या लक्ष्य को पूरा करने के लिए आवश्यक दक्षताओं को विभिन्न समूहों में विभाजित करता है (तालिका-1 देखें)। ये सभी शिक्षकों को सम्बन्धित पाठ्यचर्या लक्ष्य प्राप्त करने के लिए मार्गदर्शन प्रदान करते हैं। विज्ञान शिक्षक इनका उपयोग करके विद्यार्थियों की अवधारणात्मक समझ और प्रक्रिया कौशल में प्रगति का ध्यान रख सकते हैं। साथ ही, ये दक्षताएँ सीखने के प्रत्येक चरण में अवधारणात्मक चर्चाओं के दायरे को स्पष्ट करने में सहायक होती हैं।

तालिका-1 : CG-2 को प्राप्त करने के लिए विद्यार्थियों में विकसित की जाने वाली दक्षताओं की सूची।²

पाठ्यचर्या लक्ष्य (CG)	वांछित दक्षताएँ
CG-2 : वैज्ञानिक और गणितीय दृष्टिकोण से भौतिक दुनिया की पड़ताल करना।	C-2.1: एक-आयामी गति (समान, असमान, क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर गतियों) का विवरण भौतिक मापन (स्थिति, गति और गति में परिवर्तन) के माध्यम से दे सकें और इसे गणितीय व आरेख के रूप में प्रस्तुत कर सकें।
	C-2.2 : सरल विद्युत परिपथों के विभिन्न घटकों के साथ जोड़-तोड़ करके बिजली कैसे काम करती है को समझा सकें और विद्युत के ऊष्मीय व चुम्बकीय प्रभावों का प्रदर्शन कर सकें।
	C-2.3 : चुम्बक (प्राकृतिक और कृत्रिम; पृथ्वी एक चुम्बक के रूप में) के गुणों का वर्णन कर सकें।
	C-2.4 : विभिन्न प्रकार के प्रकाश स्रोतों (प्राकृतिक, कृत्रिम और परावर्तक सतहों) से निकलने वाले प्रकाश के सरल रेखा में गमन को प्रदर्शित कर सकें, प्रकाश स्रोतों और वस्तुओं के साथ हेर-फेर करके और उपकरणों और कलाकृतियों (जैसे समतल और गोलीय दर्पण, पिनहोल कैमरा, कैलिडोस्कोप और पेरिस्कोप) का उपयोग करके परावर्तन के नियमों को सत्यापित कर सकें।
	C-2.5 : साधारण टेलीस्कोप और चित्रों/ फोटोग्राफ्स की मदद से रात के आकाश में खगोलीय पिण्डों (तारे, ग्रह, प्राकृतिक और कृत्रिम उपग्रह, तारामण्डल और धूमकेतु) का अवलोकन और पहचान कर सकें और दिशा पता करने, कैलेंडर बनाने व अन्य घटनाओं (जैसे चन्द्रमा की कलाएँ, ग्रहण और पृथ्वी पर जीवन) में इनकी भूमिका को समझा सकें।

तालिका-2 : C-2.1 को प्राप्त करने के लिए सम्भावित अन्तरिम सूचक।

वांछित दक्षता	उपलब्धि के अन्तरिम संकेतक
C-2.1 : एक-आयामी गति (समान, असमान, क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर गतियों) का विवरण भौतिक मापन (स्थिति, गति और गति में परिवर्तन) के माध्यम से दे सकें और इसे गणितीय व आरेख के रूप में प्रस्तुत कर सकें।	गति का वर्णन करने के लिए (सन्दर्भ बिन्दु के सापेक्ष स्थिति और समय जैसी) आवश्यक भौतिक राशियों की पहचान कर सकें और उन्हें माप सकें।
	इन राशियों को मापने के लिए उपयुक्त उपकरणों और मानक इकाइयों का उपयोग कर सकें (उदाहरण के लिए, किसी गतिशील वस्तु की स्थिति और समय में परिवर्तन मापना और इसका उपयोग गति की गणना के लिए करना)।
	इन मात्राओं को मापने के लिए उपयोग में लाई गई विभिन्न इकाइयों की विकास यात्रा को समझें (उदाहरण के लिए, स्थानीय स्तर पर प्रचलित इकाइयों का अध्ययन करें और वर्तमान में उपयोग होने वाली SI इकाइयों तक आगे बढ़ें)।
	आँकड़े एकत्र करें और उन्हें विभिन्न तरह से प्रदर्शित करें (जैसे स्थिति-समय के आँकड़े एकत्रित कर उसे चित्रात्मक या तालिका के रूप में प्रस्तुत करें)।
	आँकड़ों का विश्लेषण करके निष्कर्ष निकालें, (उदाहरण के लिए, इसका उपयोग यह अनुमान लगाने के लिए करें कि कोई वस्तु स्थिर है या नहीं, वह कितनी तेज गति से चल रही है, क्या उसकी चाल स्थिर है और क्या वह समान, असमान, गति या बदलती गति प्रदर्शित कर रही है आदि)।
	वस्तु की गति की गणना, व्याख्या और उसका पूर्वानुमान लगाने के लिए गणितीय सूत्रों का उपयोग करें।
	सम्बन्धित अवधारणाओं का उपयोग करके ऐसे उपकरणों के मॉडल (जैसे रेत घड़ी या सेकंड्स पेंडुलम) तैयार करें जो समय की एक निश्चित अवधि या लम्बाई का निर्धारण कर सकें।

तालिका-3 : कक्षा-विशिष्ट अधिगम प्रतिफलों की प्रगति का एक उदाहरण।

कक्षा	कक्षा-विशिष्ट अधिगम प्रतिफल
VI	किसी वस्तु की स्थिति को सन्दर्भ के सापेक्ष पहचानें और उसकी स्थिति में होने वाले परिवर्तनों को दर्ज करें; विद्यार्थी अपने परिवेश में पारम्परिक रूप से दूरी को मापने के तरीकों और इन मापन के आधार को जानें; दूरी मापने के लिए मानक उपकरणों और इकाइयों का उपयोग करना सीखें; लम्बाई मापने के लिए विभिन्न उपकरणों के मॉडल बनाएँ और उनका उपयोग करें; और दूरी सम्बन्धी चर्चा को गति को समझने के लिए आवश्यक अन्य राशियों तक विस्तार दें।
VII	समय मापें; समय मापने के लिए उपयुक्त इकाइयों और उपकरण बनाएँ व उपयोग करें; विभिन्न गतिशील वस्तुओं की स्थिति-समय सम्बन्धी आँकड़े एकत्रित करें और ग्राफ़ के रूप में प्रदर्शित करें; औसत चाल की गणना करें और उसका गणितीय समीकरण निकालें।
VIII	समय अन्तरालों को कम करके अनुमान लगाएँ कि वस्तु की गति समान है या असमान; गणितीय विधि से वस्तु की स्थिति का अनुमान लगाएँ; और इस ज्ञान का विभिन्न सन्दर्भों में सही तरीके से उपयोग करें।

(घ) प्रत्येक दक्षता के लिए अधिगम प्रतिफल (लर्निंग ऑउटकम) : स्कूली विज्ञान के शैक्षिक स्तरों के तहत प्रत्येक दक्षता को विशिष्ट छोटे-छोटे पड़ावों में विभाजित किया जा सकता है (तालिका-2 देखें)।

इन चरणों का उपयोग करके हर कक्षा स्तर के अधिगम प्रतिफल की प्रगति को

समझा और निर्धारित किया जा सकता है (तालिका-3 देखें)।

अधिगम प्रतिफल और कक्षा शिक्षण

किसी कक्षा स्तर के अधिगम प्रतिफल को प्राप्त करना केवल तथ्यात्मक ज्ञान की पुनरावृत्ति तक सीमित नहीं है, बल्कि इसमें उन प्रक्रिया कौशलों का विकास भी

बॉक्स-1 : गति से सम्बन्धित विभिन्न अधिगम प्रतिफलों की प्राप्ति को मापने के लिए आकलन का उदाहरण

विद्यार्थियों को यह आकलन कार्य देने पर विचार करें : “आपके परिवार में कौन सबसे तेज चलता है? अपने उत्तर को उपयुक्त तर्क से प्रमाणित करें।”

इस पर काम कर रहे विद्यार्थियों से अपेक्षा है कि वे परिवार के विभिन्न सदस्यों के स्थिति-समय के आँकड़े दर्ज करें और सम्बन्धित गणितीय सूत्र का उपयोग करके उनकी चाल की गणना करें। यह भी अपेक्षा की जाती है कि वे इस कार्य को करने के लिए एक योजना तैयार करेंगे। हालाँकि ये दोनों कार्य सरल लग सकते हैं, लेकिन विद्यार्थियों को इन्हें पूरा करने के लिए सम्बन्धित अवधारणाओं का सटीक ज्ञान और प्रक्रिया सम्बन्धी कौशल दोनों का प्रदर्शन करना होगा। उदाहरण के लिए, उन्हें यह निर्धारित करना होगा कि परिवार के प्रत्येक सदस्य को एक निश्चित दूरी तय करने में कितना समय लगता है। शिक्षक निम्नलिखित पहलुओं का आकलन कर सकते हैं :

- विद्यार्थी इस अभ्यास के लिए उपयुक्त दूरी का निर्धारण कैसे करते हैं?
- वे निर्धारित दूरी को कैसे चिह्नित करते हैं (जिसमें उपकरणों का सही तरीके से उपयोग शामिल होगा)?
- वे मापी जाने वाली राशियों और परीक्षणों की संख्या तय करने के बाद अपने अवलोकनों को दर्ज करने के लिए एक प्रारूप पर कैसे पहुँचते हैं?
- वे परिवार के सदस्यों की चाल की तुलना कैसे करते हैं, ताकि यह पता चल सके कि कौन सबसे तेज चलता है?
- क्या वे अपने निष्कर्ष को स्पष्ट और समझने योग्य तरीके से प्रस्तुत करते हैं?
- इसके बाद, इसे और बढ़ाया जा सकता है, जिसमें विद्यार्थियों से यह पूछा जा सकता है कि क्या उनके परिवार के सदस्य ने इस कार्य के दौरान एकरूप गति या बदलती गति दिखाई। इसके लिए, विद्यार्थियों को अपने द्वारा चिह्नित मार्ग पर स्थान-समय मापन के आँकड़ों की आवश्यकता होगी।

शामिल है जो किसी विशेष दक्षता को प्राप्त करने के लिए आवश्यक हैं। इस नज़रिए से, ये अधिगम प्रतिफल विज्ञान शिक्षकों द्वारा कक्षा शिक्षण में विभिन्न तरीकों से मार्गदर्शन कर सकते हैं।

ये अधिगम प्रतिफल विज्ञान शिक्षकों को माध्यमिक स्कूल के प्रत्येक वर्ष के लिए कक्षा शिक्षण का प्राथमिक उद्देश्य और चर्चा के दायरों का चयन करने में मदद करते हैं। इन प्रतिफलों को सावधानीपूर्वक निर्धारित किया गया है ताकि वे शिक्षकों को इन्हें प्राप्त करने के लिए प्रभावी शिक्षण विधियाँ अपनाने में सहायक हों। उदाहरण के लिए, यदि यह अपेक्षित है कि विद्यार्थी किसी वस्तु की स्थिति में होने वाले परिवर्तन को माप सकें, तो यह खास शिक्षण पद्धति की ओर इशारा करता है कि इसमें विद्यार्थियों को इस प्रकार के मापन को खुद करने का व्यावहारिक अनुभव शामिल होना चाहिए। शिक्षक इस प्रतिफल को प्राप्त करने के लिए विभिन्न सन्दर्भ-आधारित शैक्षणिक अभ्यासों में से चुन सकते हैं। उदाहरण के लिए, वे विद्यार्थियों से स्कूल के मैदान में दौड़ने के ट्रैक की लम्बाई मापने, फर्श पर लुढ़कने वाले कंचे द्वारा तय की गई दूरी मापने या यह गिनने को कह सकते हैं कि स्कूल से घर तक जाने के लिए कितने क्रदम लगते हैं। इसी तरह, समय मापने की दक्षता विकसित करने के लिए, शिक्षक विद्यार्थियों को यह मापने का कार्य दे सकते हैं कि घर से स्कूल तक पैदल आने में कितना समय लगता है।

अधिगम प्रतिफल शिक्षकों को ऐसे आकलन डिज़ाइन करने में मदद कर सकते हैं, जिनसे

यह पता लगाया जा सके कि विद्यार्थियों ने कौन-कौन-से ज्ञान और कौशल सीखे हैं। उदाहरण के तौर पर, शिक्षक विद्यार्थियों को स्कूल भवन की ऊँचाई मापने का कोई तरीका सोचने के लिए कह सकते हैं। इस क्रियाकलाप के जवाब के माध्यम से यह आकलन किया जा सकता है कि क्या विद्यार्थी कक्षा में दूरी मापने की अवधारणा को वास्तविक जीवन की परिस्थितियों में लागू कर पा रहे हैं। शिक्षक ऐसे आकलन भी तैयार कर सकते हैं जो विद्यार्थियों के एक से अधिक अधिगम परिणाम हासिल करने के बारे में जानकारी प्रदान करें (देखें **बॉक्स-1**)। अधिगम प्रतिफलों के आकलन को कक्षा-दर-कक्षा आगे बढ़ाते हुए माध्यमिक स्तर के अन्त तक विस्तारित करने से यह समझने में मदद मिल सकती है कि किसी विशेष दक्षता को हासिल किया गया है या नहीं। इसी प्रकार, तरह-तरह की दक्षताओं को हासिल करने की जानकारी यह संकेत देगी कि पाठ्यचर्या का कोई विशेष लक्ष्य पूरा हुआ है या नहीं।

कक्षा शिक्षण में शैक्षिक स्तरों के ढाँचे को प्रभावी ढंग से लागू करने के लिए, शिक्षकों को माध्यमिक स्कूल के पाठ्यचर्या के प्रत्येक विषय (उदाहरण के लिए 'गति') की समग्र समझ होनी चाहिए। साथ ही, यह जानना आवश्यक है कि इस स्तर के अन्त तक विद्यार्थियों को कौन-कौन-सी दक्षताएँ विकसित करनी हैं और अलग-अलग स्तरों में इन प्रतिफलों को हासिल करने के लिए कैसे आगे बढ़ना चाहिए। उदाहरण के लिए, माध्यमिक स्तर पर वस्तु की गति में बदलाव के आँकड़े एकत्र करना और उनका उपयोग करना सीखने से, अगले स्तर पर इन

आँकड़ों को ग्राफ़ रूप में प्रस्तुत करने की दक्षता विकसित करने में मदद मिलेगी।

चलते-चलते

NCF-SE विज्ञान शिक्षकों को शिक्षा के मुख्य उद्देश्यों को हासिल करने के लिए कक्षा प्रक्रियाओं को डिज़ाइन करने और उन्हें संचालित करने के लिए एक ढाँचाबद्ध दृष्टिकोण प्रदान करता है। यहाँ हमने साझा किया है कि इस ढाँचे को 'एक आयामी गति' जैसे विषय पर कैसे लागू किया जा सकता है, जिससे विद्यार्थी केवल प्रमुख अवधारणाओं को समझने तक सीमित न रहें, बल्कि उन्हें लागू करने के लिए आवश्यक ज्ञान और कौशल भी विकसित कर सकें। यह ढाँचा विज्ञान की किसी भी अन्य विषयवस्तु को पढ़ाने के लिए समान रूप से उपयोगी हो सकता है।

यह न केवल माध्यमिक स्तर पर विज्ञान के लिए स्पष्ट रूप से परिभाषित पाठ्यचर्या लक्ष्यों की रूपरेखा प्रस्तुत करता है, बल्कि यह विभिन्न कक्षाओं में पाठ्य सामग्री को तार्किक क्रम में व्यवस्थित करने, दक्षताओं को समाहित करने, उनके वास्तविक जीवन में उपयोग पर बल देने और शिक्षण विधियों व आकलन को समग्र शैक्षिक मानकों के अनुरूप बनाने के लिए दिशा-निर्देश भी प्रदान करता है। शिक्षा के व्यापक उद्देश्यों और माध्यमिक स्कूल की विज्ञान पाठ्यचर्या के प्रत्येक विषय के विशिष्ट अधिगम प्रतिफलों के बीच सम्बन्ध स्थापित करते हुए, NCF-SE इस बात पर भी जोर देता है कि उद्देश्यों और प्रतिफलों को एक निरन्तर और समकालिक दृष्टिकोण से देखना क्यों आवश्यक है।

मुख्य बिन्दु



- NCF-SE शिक्षकों के लिए ऐसा ढाँचा प्रस्तुत करता है, जो जटिल वैज्ञानिक अवधारणाओं को सरल और प्रबन्धनीय अधिगम लक्ष्यों में बाँटने में सहायक है। यह ढाँचा प्रत्येक चरण को व्यापक शैक्षिक उद्देश्यों से जोड़ने पर जोर देता है, जिससे शिक्षक कक्षा में एक ऐसा माहौल बना सकते हैं जो गहरी समझ और निरन्तर सीखने को बढ़ावा दे।
- 'एक आयामी गति' के उदाहरण के माध्यम से, यह लेख दर्शाता है कि शिक्षक विद्यार्थियों को प्रारम्भिक मापन के कौशल से लेकर आँकड़ों के विश्लेषण जैसी उन्नत दक्षताओं तक कैसे ले जा सकते हैं। यह व्यवस्थित चरण-दर-चरण व्यवस्था विद्यार्थियों को जटिल विषयों को समझने में मदद करती है, जहाँ प्रत्येक शैक्षिक स्तर को विशेष शैक्षिक लक्ष्यों के साथ जोड़ा जाता है।
- शिक्षकों को ऐसे आकलन तैयार करने के लिए प्रेरित किया जाता है जो केवल तथ्य याद करने से आगे बढ़कर योजना निर्माण और आँकड़ों का विश्लेषण जैसी प्रक्रियात्मक दक्षताओं का आकलन करें। इन आकलनों को इस तरह से डिजाइन करना चाहिए कि वे विद्यार्थियों के कक्षा-विशिष्ट अधिगम प्रतिफलों को सुनिश्चित करने के साथ-साथ उनके अवधारणात्मक ज्ञान और व्यावहारिक कौशल को भी परख सकें।

Notes: Credits for the image used in the background of the article title: Classroom instruction, Pickpic. URL: <https://www.pickpic.com/school-class-room-children-boys-mangalore-india-90085>. License: Royalty Free.

References:

1. Ministry of Human Resource Development. 'National Education Policy 2020'. Government of India. URL: https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/NEP_Final_English_0.pdf.
2. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.



राकेश तिवारी मई 2009 से अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन से जुड़े हुए हैं और विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में ज़मीनी स्तर पर काम का अनुभव रखते हैं, जिसमें सरकारी स्कूलों के विज्ञान शिक्षकों के साथ प्रत्यक्ष कार्य भी शामिल है। वर्तमान में वे झारखण्ड में शिक्षा, स्वास्थ्य और आजीविका से सम्बन्धित पहल का नेतृत्व कर रहे हैं। उनसे rakesh.tewari@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

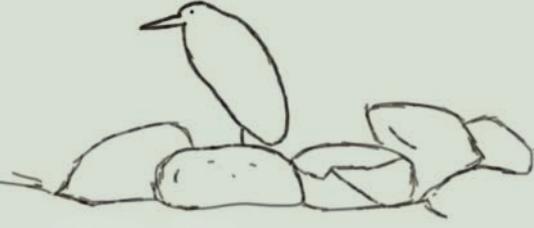


विनय सूरम अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन, बेंगलूरु में एक स्रोत व्यक्ति के रूप में कार्यरत हैं। इस भूमिका में, वे सरकारी स्कूली शिक्षकों के साथ मिलकर विज्ञान शिक्षा को विद्यार्थियों के लिए अधिक आकर्षक और व्यावहारिक बनाने पर काम करते हैं। इसके साथ ही, वे ऐसे शैक्षिक मॉड्यूल विकसित करते हैं जो जटिल वैज्ञानिक अवधारणाओं को सरल बनाते हैं, ताकि शिक्षक इन्हें अपनी कक्षाओं में प्रभावी ढंग से उपयोग कर सकें। विनय के पास भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुड़की (IIT रुड़की), उत्तराखण्ड से भौतिकी में मास्टर डिग्री है। उन्हें विज्ञान के इतिहास और दर्शन में गहरी रुचि है और वे विज्ञान शिक्षा को बेहतर बनाने के तरीकों की खोज में लगे हुए हैं। आप उनसे vinay.suram@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क कर सकते हैं।

अनुवाद : प्रमोद मैथिल

पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



आस-पास के पक्षियों का अवलोकन : ध्यानमग्न बगुला

हेमल नाइक

वैज्ञानिक अवधारणाओं को सिखाने के लिए कहानियाँ सुनाना एक रोचक और प्रभावशाली तरीका हो सकता है। क्या हम विद्यार्थियों को अपने आस-पास के पक्षियों को ध्यान से देखने के लिए प्रेरित करने हेतु एक किसान और एक बगुले की इस कहानी का इस्तेमाल कर सकते हैं? इस कहानी का इस्तेमाल जैव विविधता और आजीविका के बीच स्थानीय सम्बन्धों को जानने के लिए कैसे कर सकते हैं?

मैं एक किसान हूँ। मैं, भूटान का दिल कहलाने वाली बमथांग घाटी में रहता हूँ। यह घाटी मनोरम दृश्यों और विशाल हरे जंगलों के लिए जानी जाती है। कोई भी यहाँ बैठकर इसके पहाड़ों, नदियों, पंखियों और जीवन की कभी न खत्म होने वाली चमक की सुन्दरता को घण्टों निहार सकता है।

मैं बिना नागा मछली पकड़ने जाता हूँ। मैं जो मछलियाँ पकड़ता हूँ वही मेरी आजीविका चलाने में सहायता करती हैं। मैं मछलियाँ पकड़ने के लिए दूसरे मछुआरों से दूर शान्त जगह चुनता हूँ। इससे मैं अच्छी-खासी मछलियाँ पकड़ पाता हूँ, और शान्ति से प्राकृतिक वातावरण का आनन्द ले पाता हूँ।

मछली पकड़ने की मेरी पसन्दीदा जगह मेरे गाँव से पाँच किलोमीटर दूर, गाँव के मन्दिर वाले चौराहे से दक्षिण में है। मैं जिस रास्ते से जाता हूँ वह जंगल से होकर गुजरता है

और नदी किनारे जाकर खुलता है। उसके बाद मैं नदी के किनारे-किनारे तक्ररीबन तीन किलोमीटर पैदल चलता हूँ।

मैं इस जगह को पत्थरों की तरतीबी से पहचानता हूँ और इन पत्थरों के कारण मैं आराम से बैठ पाता हूँ। मैं उस पत्थर पर बैठना पसन्द करता हूँ जो गूलर (Ficus) के पेड़ की छाँव तले है : मेरा दोस्त जो मुझे धूप और बारिश से बचाता है।

जब मैं मछली पकड़ता हूँ तो शायद ही कभी अकेला होता हूँ। मेरे साथ इस जगह पर एक और अजनबी होता है जो नदी की दूसरी ओर मछली पकड़ता है। वह एक बगुला है।

यह एक संयोग हो सकता है कि जब भी मैं यहाँ आता हूँ, यह बगुला भी यहीं होता है। हम एक-दूसरे से परिचित हैं, लेकिन अपने-अपने काम में लगे रहते हैं। न मैं कभी इससे बातचीत करने या इसे कुछ खिलाने की कोशिश करता हूँ न ही कभी यह मेरे पास आता है।



चित्र-1 : क्या आप ध्यानमग्न बगुले को ढूँढ पाएँ?

Credits: Hemal Naik. License: Copyright owned by Hemal Naik. Used here with his permission.

मैंने उस बगुले को अनगिनत बार देखा है। घण्टों तक नदी किनारे यह एक जगह स्थिर खड़ा रहता है : बिना हिले-डुले, बिना

अपनी मुद्रा बदले मछली का इन्तजार करता रहता है (चित्र-1 देखें)। शायद यह अपनी ऊर्जा बचा रहा होता है। मन-ही-मन मैं इसे

‘ध्यानमग्न बगुला’ कहता हूँ। एक दिन मैं अपने बच्चों को इसके बारे में बताऊँगा।

मैं इसके मछली पकड़ने के तरीके का मुरीद हूँ। मैं आपको बताऊँ, जैसे ही यह पानी में मछली देखता है, फ़ौरन ही सतर्क हो जाता है और बेहद सटीकता से अपने शिकार की ओर बढ़ता है। कभी-कभी यह इतनी फुर्ती से मछली पकड़ता है कि मैं सोचता हूँ कि जिस मछली को पकड़ने यह जाता है उसे यह कैसा नज़र आता होगा। शायद उसे ऐसा लगता होगा जैसे दो बड़ी-सी चॉपस्टिक बहुत तेज़ी से उसकी ओर आ रही हों!

कभी-कभी मैं इसे नदी में एक खास जगह की तरफ़ होले-होले बढ़ते हुए देखता हूँ। शायद वहाँ मौजूद किसी मछली के पास। वह उसे डराए बिना उसके पर्याप्त नज़दीक जाने की कोशिश करता है। जब वह मछली के काफ़ी करीब पहुँच जाता है तब बड़ी फुर्ती से आगे बढ़कर अपनी चोंच से उसे पकड़ लेता है।

लेकिन बगुला हमेशा ही सफल नहीं रहता। कई बार उसका निशाना चूक जाता है और मछली बच निकलती है। कई बार वह

बॉक्स-1 : पाठ्यक्रम से सम्बन्ध

यह कहानी प्रारम्भिक स्तर (कक्षा 3 से 5) की पर्यावरण अध्ययन की और माध्यमिक स्तर (कक्षा 6 से 8) की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक में जीव-जगत के बारे में विद्यार्थी जो पढ़ते हैं उसे असल संसार से जोड़ने के कई तरीके उपलब्ध करवाती है। (देखें गतिविधि शीट I: मछुआरे पक्षियों को देखें; गतिविधि शीट II : आस-पास के पक्षियों के बारे में हुए बदलावों का दस्तावेज़ीकरण; शिक्षक मार्गदर्शिका : गतिविधि शीट I और II; गतिविधि शीट III : पक्षियों के लिए बर्डबाथ लगाएँ, और शिक्षक मार्गदर्शिका : गतिविधि शीट III)। साथ ही, यह राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 में वर्णित शालेय शिक्षा के उद्देश्य : “शिक्षा प्रणाली का उद्देश्य अच्छे इंसानों का विकास करना है जो तर्क संगत सोच और कार्यों में सक्षम हों, वह करुणा और सहानुभूति, साहस और लचीलापन, वैज्ञानिक दृष्टिकोण और रचनात्मक कल्पना, तथा मज़बूत नैतिक आधार और मूल्यों से सम्पन्न हों।” को प्राप्त करने का सौम्य और ग़ैर-निर्देशनात्मक तरीका भी देती है। शिक्षक इसे शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ़-एसई) 2023 द्वारा वर्णित सामाजिक सहभागिता की क्षमता विकसित करने के लिए इस्तेमाल कर सकते हैं। इसमें शामिल हैं: “सहानुभूति और करुणा केवल मूल्य या प्रवृत्तियाँ नहीं हैं; यह क्षमताएँ हैं जो सोचे-समझे अभ्यास से विकसित होती हैं।”। खासतौर से इस कहानी के इर्द-गिर्द की चर्चाएँ और गतिविधि स्कूली शिक्षा के लिए एनसीएफ़-एसई 2023 में सूचीबद्ध पाठ्यचर्या सम्बन्धी लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल की जा सकती हैं :

क) प्राथमिक स्तर :

- CG 2 : विद्यार्थी अवलोकन और अनुभव से पर्यावरण में परस्पर-निर्भरता को समझें। ताकि ‘वसुधैव कुटुम्बकम्’ के विचार को अपनाने का आधार विकसित हो। खासकर यह विद्यार्थियों में : “बुजुर्गों और स्थानीय कहानियों के माध्यम से बताए गए पर्यावरण और उनके परिवार तथा समुदाय के जीवन में (व्यवसाय, खान-पान की आदतों, संसाधनों, उत्सवों, संचार में) आए बदलावों में सम्बन्ध स्थापित करने” की क्षमता विकसित करने में सहायता करता है।
- CG 4 : विद्यार्थी सामाजिक और प्राकृतिक पर्यावरण के प्रति संवेदनशीलता विकसित करें। विशेष रूप से, यह विद्यार्थियों को निम्नलिखित दक्षता विकसित करने में मदद कर सकती है : “पौधों, पक्षियों, और जानवरों की ज़रूरतों को पहचानने में और उन्हें कैसे (पानी, मिट्टी, भोजन, देखभाल देकर) सहायता दी जा सकती है यह समझने में।”

ब) माध्यमिक स्तर : CG3 : वैज्ञानिक नज़रिए से जीव-जगत की खोजबीन करें। यह विद्यार्थियों को निम्नलिखित दक्षताओं को विकसित करने और उनका अभ्यास करने में मदद कर सकती है :

- “प्राकृतिक परिवेश (कीट, केंचुए, घोंघे, पक्षी, स्तनधारी, सरीसृप, मकड़ियाँ, विविध पौधे और कवक) में पाए जाने वाले जीवों में देखी जाने वाली विविधता का वर्णन करें।”
- “एक-दूसरे पर निर्भरता और एक-दूसरे के लिए प्रतिक्रिया के सन्दर्भ में जीवित प्राणियों और उनके पर्यावरण के बीच सम्बन्धों के पैटर्न का विश्लेषण करें।”



चित्र-2 : सफ़ेद पेट वाला बगुला (*Ardea insignis*) नामदाफा राष्ट्रीय उद्यान, चांगलांग, अरुणाचल प्रदेश, भारत।

Credits: Rajkumar99, Wikimedia Commons.
URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:WHITE-BELLIED-HERON.jpg>. License: CC BY-SA 4.0 International Deed.

मछलियाँ तलाश नहीं पाता है। मछलियों के लिए सिर्फ बगुला ही नहीं, मैं भी काफ़ी मशक़त कर रहा हूँ। अच्छा शिकार पकड़ना बहुत कठिन होता जा रहा है। पहाड़ों में ग्लेशियर (हिमनद) बहुत तेज़ी से पिघल रहे हैं। नदी का बहाव अब पहले से कहीं ज़्यादा तेज़ हो गया है। नदी के ऊपर की ओर (Upstream) मछली पकड़ना बढ़ गया है। नदी किनारे के इलाक़े बदल रहे हैं।

कई बार हम मछलियों के नज़र आने का घण्टों इन्तज़ार करते हैं। मैं देखता हूँ कि बगुला कितनी शान्ति और धैर्य के साथ इन्तज़ार करता है। मैं भी ऐसा ही करने की कोशिश करता हूँ। मैं सोचता हूँ कि क्या बगुला किसी और जगह भी मछली पकड़ता होगा। (बॉक्स-1 देखें)

आठ साल बाद...

कुछ सालों तक यही काम इसी तरह करने के बाद, मैं दूसरा काम करना शुरू कर देता हूँ। मैं अपना एक व्यवसाय शुरू करता हूँ और शादी कर लेता हूँ। मेरे दो बच्चे हैं : ताशी और नुबा। मैं अपने बच्चों को मछली पकड़ने के दिनों के बारे में बताता हूँ। वह मछली पकड़ने वाली जगह को देखने के लिए उत्सुक हैं।

एक दिन, मैं अपनी पसन्दीदा जगह पर फिर से जाने का मन बनाता हूँ और अपने साथ ताशी और नुबा को भी ले जाता हूँ।

मेरे पुराने दोस्त – चट्टानें और गूलर – अभी भी वहीं हैं। वैसे-के-वैसे, मेरा स्वागत करते

हुए। लेकिन अब वहाँ कुछ ठीक नहीं लग रहा। मुझे बगुला दिखाई नहीं दिया।

हम घर लौट आए और मैंने इस बारे में ज़्यादा नहीं सोचा।

मैंने फिर से अपनी उसी जगह पर जाना शुरू कर दिया। जाते हुए कई दिन बीत गए, लेकिन अभी भी मुझे बगुला दिखाई नहीं दिया। मैं सोचता हूँ कि कहीं उसे जाड़े ने तो जकड़ नहीं लिया।

एक दिन, मैं और मेरे बच्चे थिम्पू शहर में एक किताब की दुकान में गए। दुकान में एक हिस्सा वन्यजीवों पर किताबों का है। मैं अपने खोए हुए साथी के बारे में जानने को उत्सुक था।

इतने सालों में, मुझे उसके बारे में पढ़ने का कभी ख्याल नहीं आया। मैंने उसे कई बार नदी किनारे धूप सेंकते हुए देखा है। मुझे पता है कि यह गर्मियों और सर्दियों में कैसा दिखता है। मुझे याद है कि उड़ान भरते हुए वह कितना शानदार दिखता है। और नदी किनारे घण्टों ध्यानमग्न यह कितना शान्त रहता है।

मैंने इसे 'भूटान के पक्षी' (Birds of Bhutan) नामक किताब में खोजा। लेकिन मुझे यह वहाँ नहीं मिला। किताब में मुझे बैंगनी बगुले, भूरे बगुले, एगरेट, ताल बक (pond heron) और नाइट बगुले (night heron) के बारे में ज़िक्र मिला, लेकिन उस बगुले के बारे में नहीं जिसे मैं ध्यानमग्न बगुला कहता हूँ।

फिर मुझे ख्याल आया कि क्या इस पक्षी के बारे में जानकारी किसी अन्य हिस्से में है? मैंने ध्यान से अनुक्रमणिका खँगाली। अनुक्रमणिका में पृष्ठ 339 पर दुर्लभ प्रजातियों की एक प्रविष्टि मिली। मैं उस पृष्ठ पर गया, और वहाँ मुझे अपना ध्यानमग्न बगुला मिला! आखिरकार! दूधिया सफ़ेद पेट और भूरे गले (ऊपरी) वाला बगुला मिल ही गया। मैंने पूरा पढ़ा... प्राकृतवास के विवरण और व्यवहार के बारे में जो भी लिखा था, सभी कुछ पूरी तरह उससे मेल खाता था (चित्र-2 देखें)। सब इसे 'सफ़ेद पेट वाला बगुला' या 'शाही बगुला' कहते हैं। और इसका वैज्ञानिक नाम *अर्डिया इनसिग्निस* (*Ardea insignis*) है।^{2,3}

मैंने ताशी और नुबा को किताब में बगुले की तस्वीर दिखाई। मैंने उन्हें बताया कि यही मेरा वह साथी है जो मछली पकड़ने के समय मेरे साथ हुआ करता था और जिसके बारे में मैं हमेशा बात करता था। इस किताब से उन्हें पहली बार मैं यह दिखा पाया था कि मेरा साथी बगुला कैसा दिखता था।

नुबा ने उस पक्षी के नाम के सामने लगे * चिह्न की तरफ़ ध्यान दिलाया। यह चिह्न एक फ़ुटनोट पढ़ने का संकेत दे रहा था :

* आखिरी बार इस प्रजाति को 2000 के दशक में देखा गया था। सम्भवतः यह अपने प्राकृतवास ख़त्म होने और अवैध शिकार के कारण विलुप्त हो चुका है।

मुख्य बिन्दु

- यह एक किसान की कहानी है जो मछली पकड़कर अपनी आजीविका चलाता है। वह एक बगुले को देखता है जो उसकी मछली पकड़ने की जगह पर मौजूद होता है। बगुले से किसान का जुड़ाव बनने लगता है। इस कहानी का इस्तेमाल कक्षा में विद्यार्थियों को उनके पर्यावरण में पाई जाने वाली दूसरी प्रजातियों के बारे में सोचने और उनके साथ जुड़ाव बनाने के लिए किया जा सकता है।
- कहानी में किसान बगुले की विशेषताओं और भोजन की आदतों के बारे में अपने अवलोकन बताता है। विद्यार्थियों को अपने आस-पास के पक्षियों को देखने के लिए प्रोत्साहित करने से उन्हें दुनिया की जैव विविधता को खोजने और उसकी सराहना करने के मौके मिल सकते हैं।
- कहानी में किसान बताता है कि कैसे मानव गतिविधियों ने उसकी और बगुले की मछली पकड़ने की क्षमता को प्रभावित किया है। हमने यह भी देखा कि कैसे बगुले की यह प्रजाति पृथ्वी से लुप्त हो रही है। इस कहानी का इस्तेमाल विद्यार्थियों को प्रजातियों की एक-दूसरे पर निर्भरता समझाने के लिए किया जा सकता है। साथ ही, हमारे पर्यावरण में मौजूद दूसरे मनुष्यों और प्रजातियों के जीवन में हमारी अलग-अलग भूमिकाओं पर चर्चा करने के लिए भी इसका इस्तेमाल किया जा सकता है।



आभार : हेमल नाइक से परिचय कराने के लिए सम्पादक बेंगलूरु स्थित भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी) के पारिस्थितिकी विज्ञान केन्द्र के मानद प्रोफेसर राघवेन्द्र गडगकर का शुक्रिया अदा करते हैं। हम लेखक के साथ शुरुआती बातचीत के लिए अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु की विजेता रघुराम को धन्यवाद देते हैं।

टिप्पणियाँ :

1. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में इस्तेमाल की गई तस्वीर का श्रेय हेमल नाइक को जाता है। लाइसेंस : कॉपीराइट अधिकार हेमल नाइक के स्वामित्व में हैं। यहाँ उनकी अनुमति से तस्वीर प्रकाशित की गई है।
2. यह कहानी पहली बार <https://hemalnaik.medium.com/the-meditating-heron-white-bellied-heron-an-emissary-from-the-past-6100aa1cb2a7> मीडियम पर प्रकाशित हुई थी। *आई वंडर...* में शामिल संस्करण में हमारे पाठकों के लिए इसमें थोड़े बदलाव किए गए हैं। यह बदलाव लेखक की अनुमति से किए गए हैं।
3. हेमल नाइक की और रचनाओं को <https://hemalnaik.medium.com/> पर पढ़ा जा सकता है।
4. इस लेख में अलग किए जा सकने वाले पाँच कक्षा संसाधन दिए गए हैं : **गतिविधि शीट I** : मछुआरे पक्षियों को देखें; **गतिविधि शीट II** : आस-पास के पक्षियों में हुए बदलावों का दस्तावेजीकरण; **गतिविधि शीट III** : पक्षियों के लिए बर्डबाथ बनाएँ; **शिक्षक मार्गदर्शिका** : गतिविधि शीट I और II, और **शिक्षक मार्गदर्शिका** : गतिविधि शीट III।

References:

1. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
2. Dawa Gyelmo. 'World's rarest heron on the brink in its last Himalayan stronghold'. Dialogue Earth (2021). URL: <https://dialogue.earth/en/nature/white-bellied-heron-threatened-in-bhutan/>.
3. The IUCN-SCC Heron Specialist Group. 'White-bellied Heron'. Heron Conservation. URL: <https://www.heronconservation.org/herons-of-the-world/list-of-herons/white-bellied-heron/>.

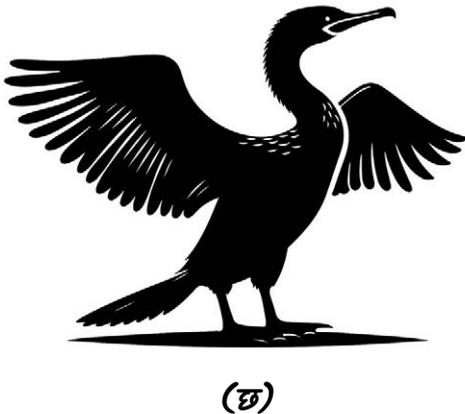


हेमल नाइक इंजीनियरिंग, पारिस्थितिकी और कला के मेल पर काम करते हैं। उन्हें यात्रा करना, लिखना और खासकर हिमालय में वन्यजीवों को देखना-समझना पसन्द है। वर्तमान में हेमल भारत में ड्रोन के ज़रिए कृष्णमृग के सम्भोग व्यवहार का अध्ययन कर रहे हैं। उनसे hnaik@ab.mpg.de पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

उद्देश्य :

- मछुआरे पक्षियों की विभिन्न प्रजातियों और उनकी भोजन की आदतों के बारे में पता लगाकर 'जीवन की विविधता' समझें।
- इस बारे में सोचें कि दुनिया के अलग-अलग हिस्सों के बगुलों को प्रभावित करने वाली मानवीय गतिविधियाँ आपके आस-पड़ोस में पाए जाने वाले बगुलों और मछुआरे पक्षियों को कैसे प्रभावित करती होंगी।



क्या करें :

‘ध्यानमग्न बगुला’ में एक किसान अपने एक साथी सफ़ेद पेट वाले बगुले की मछली पकड़ने की दिनचर्या का वर्णन करता है। अपने शिक्षक से कहानी का यह हिस्सा सुनें।

अवलोकन करें :

इस गतिविधि के पृष्ठ 1 पर भारत में दिखाई देने वाले छह तरह के मछुआरे पक्षियों के चित्र हैं। इन चित्रों को ध्यान से देखें। इन पक्षियों की चोंच कैसी दिखती हैं? उनके पंजे कैसे दिखते हैं?

जरा सोचें :

क. क्या आपने अपने आस-पास इनमें से किसी भी तरह के पक्षी को देखा है? आप उन्हें क्या कहते हैं (उनके नाम क्या हैं)? क्या आप इन पक्षियों के बारे में 1-2 ऐसी बातें बता सकते हैं जो इन्हें पहचानने में आपके दोस्तों की मदद करें?

आपके आस-पास इनमें से कौन-से पक्षी दिखते हैं?	आप उन्हें क्या कहते हैं?	उनके दिखने के तरीके के बारे में ऐसी 1-2 बातें जो आपको खास लगती हों?	क्या आपने इनमें से किसी को मछली पकड़ते देखा है? (हाँ/नहीं)

ख. विभिन्न तरह के मछुआरे पक्षी मछली पकड़ने के लिए अलग-अलग रणनीति अपनाते हैं। वह जिस तरह से देखते हैं, उससे अक्सर हमें उनके मछली पकड़ने के तरीके के बारे में महत्वपूर्ण सुराग मिल सकते हैं। नीचे दी गई तालिका के कॉलम 1 और 2 में मछुआरे पक्षियों द्वारा इस्तेमाल की जाने वाली कुछ रणनीतियों का विवरण दिया गया है। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि पृष्ठ 1 पर दिए गए पक्षी मछली पकड़ने के लिए इनमें से कौन-सी रणनीति अपनाते हैं? अपने अनुमान कॉलम 3 में भरें।

रणनीति	आपने पक्षियों को क्या करते देखा है	चित्र क्रमांक
गोताखोर	पानी में गोता लगाते हैं। अपनी चोंच या पंजों से मछली पकड़ते हैं।	
सतह छूकर निकलना (स्किमिंग)	पानी की सतह के ऊपर से बड़ी फुर्ती से गुज़रते हैं। इस दौरान वह अपनी चोंच खुली रखते हैं और पानी में ऊपर की ओर आई मछलियों को पकड़ लेते हैं।	
खोदकर निकालना (स्कूपिंग)	उथले पानी या कीचड़ को खोदते हैं और चोंच से मछली को पकड़ लेते हैं।	
घात लगाना	पानी में या पानी के पास एकदम शान्त-अचल मुद्रा में खड़े रहते हैं। शिकार दिखने पर अचानक अपनी चोंच से उस पर झपट्टा मारते हैं।	

ग. विभिन्न तरह के मछुआरे पक्षियों के चित्रों को फिर से देखिए। किसान के साथी मछुआरे की रणनीति के बारे में आपने जो सुना है, उसके बारे में सोचिए। पृष्ठ 1 पर कौन-से पक्षी की रणनीति 'ध्यानमग्न' बगुले की रणनीति तरह हो सकती है? आपको ऐसा क्यों लगता है?

चर्चा करें :

शिक्षक के द्वारा चलाया जाने वाला 4 मिनट का छोटा वीडियो देखें।

- प्रश्न ग में आपने जो अनुमान लगाया था क्या वह सही निकला? यदि नहीं, तो आपसे क्या देखना चूक गया?
- यदि आप रू-ब-रू किसी बगुले को देखें तो क्या आप उसके हुलिए से और उसके मछली पकड़ने के तरीके से उसे पहचान पाएँगे?
- यदि आपने अपने आस-पास किसी पक्षी को शिकार करते हुए देखा तो क्या आप बता सकते हैं कि वह पक्षी गोताखोर है, स्किमर है, स्कूपर है, या घात लगाकर शिकार करने वाला है?
- भूटान के किसान का 'ध्यानमग्न' बगुला भारत में भी पाया जाता है। लेकिन वह यहाँ भी लुप्त हो रहा है। उसके लुप्त होने में मानवीय गतिविधियों की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। वीडियो में ऐसी गतिविधियों के कुछ उदाहरण दिए गए हैं। क्या आप अपने आस-पास इस तरह की कोई मानवीय गतिविधि होती देखते हैं? आपके विचार में ऐसी गतिविधियों से आपके आस-पास रहने वाले बगुलों पर क्या प्रभाव पड़ता है? क्या आपको लगता है कि यह गतिविधियाँ दूसरे मछुआरे पक्षियों को भी प्रभावित कर सकती हैं?

रचनाकार :

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता पुनरीक्षण : प्रतिका गुप्ता कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

गतिविधि शीट II : आस-पास के पक्षियों में हुए बदलावों का दस्तावेजीकरण

‘ध्यानमग्न बगुला’ कहानी में, भूटान का एक किसान अपने बच्चों को एक बगुले से मिलवाना चाहता है। वह बगुला लम्बे समय तक उसका साथी मछुआरा था। लेकिन वह पक्षी अब अपनी हमेशा की जगह पर दिखाई नहीं देता है। किसान को यह भी समझ आ जाता है कि उसके आस-पास के इलाकों से इस तरह के पक्षी विलुप्त हो रहे हैं। उनकी इस विलुप्ति में मानवीय गतिविधियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। क्या आप अपने आस-पास पाए जाने वाले पक्षियों से इतनी भली-भाँति परिचित हैं कि जब वह विलुप्त होने लगे तो आपको पता चल जाए?

उद्देश्य :

- अपने आस-पास के कुछ पक्षियों का खुद अवलोकन करें, और अपने दोस्तों व अपने समुदाय के दूसरे बड़े लोगों द्वारा किए गए अवलोकनों के बारे में जानें।
- पता लगाएँ कि आपके आस-पास पिछले कुछ सालों में पक्षियों की संख्या और उनके प्रकार में किस तरह के बदलाव हुए हैं।
- पक्षियों और हमारे (मनुष्यों के) बीच के रिश्ते के बारे में सोचें-विचारें।

आपको चाहिए :



अवलोकन दर्ज करने के लिए एक नोटबुक



एक पेन/पेंसिल

क्या करें :

1. कक्षा में : आपके शिक्षक आपको समूहों में बाँट देंगे। **तालिका I** का इस्तेमाल करके उन सभी तरह के पक्षियों की सूची बनाएँ जिन्हें आप लगभग हर रोज़ अपने आस-पास देखते हैं। उनके बारे में ऐसे सभी विवरण लिख लें जिनसे आपके शिक्षक या सहपाठी उन पक्षियों को पहचान पाएँ। यहाँ कुछ बातें हैं जिन पर आपको विचार करना चाहिए :
 - क्या आप बोलचाल की भाषा में इन पक्षियों के बोले जाने वाले नाम जानते हैं? यह नाम किसी भी भाषा में हो सकते हैं। अगर आपको उनके नाम नहीं मालूम हैं तो उनके रंग-रूप के बारे में बताएँ। जैसे, अपने दोस्तों को बताएँ कि उनका आकार कैसा है, रंग कैसा है, चोंच कैसी है, या वह कैसी आवाज़ निकालते हैं।
 - यदि आप बता सकते हैं तो यह भी लिखें कि आप इन पक्षियों को अकसर कहाँ देखते हैं। उदाहरण के लिए, आमतौर पर क्या वह पेड़ों पर बैठे दिखते हैं, बिजली के तारों पर, पानी के पास, या ज़मीन पर बैठे दिखते हैं?
 - क्या आपने उन्हें खाते हुए देखा है? वह क्या खाते हैं?
2. घर पर : अपने माता-पिता, दादा-दादी, और अपने समुदाय के दूसरे बड़े लोगों से बात कीजिए और जानिए कि वह आपके आस-पास पाए जाने वाले पक्षियों के बारे में क्या जानते हैं। वह जो कुछ भी बताएँ उसे ध्यान से सुनिए और अपनी नोटबुक में लिख लीजिए। उनसे कुछ इस तरह के सवाल पूछे जा सकते हैं :
 - जब वह छोटे थे तो उन्होंने कौन-कौन-से पक्षी देखे थे? क्या अब भी वह सब पक्षी उन्हें दिखते हैं?

- क्या इतने सालों में उन्होंने पक्षियों की संख्या में कोई बदलाव देखा है? उन्हें क्या लगता है कि इस बदलाव का कारण क्या हो सकता है?
- क्या वह अलग-अलग पक्षियों के भोजन और घोंसला बनाने के स्थान के बारे में कुछ बता सकते हैं?
- अगर आप किसान समुदाय में रहते हैं तो क्या आपके बड़ों ने पहले के और आज के खेती के तरीके में कोई बदलाव देखा है? उदाहरण के लिए, क्या पहले और अब उगाई जाने वाली फ़सलों के प्रकार में कोई बदलाव आया है?
- उन्हें अपने आस-पास और क्या बदलाव दिखाई देते हैं? मसलन, क्या इमारतों, सड़कों, जलस्रोतों, पेड़ों और दूसरे पौधों के प्रकार व संख्या में कोई बदलाव आया है?

सुने और बताएँ :

आपके शिक्षक हर समूह को अपने अवलोकन कक्षा के साथ साझा करने के लिए कहेंगे :

- जब दूसरा समूह अपना काम/अवलोकन प्रस्तुत कर रहा हो तब उनकी बातें ध्यान से सुनें। क्या वह किसी ऐसे पक्षी के बारे में बता रहे हैं जिसे आपने भी देखा है? क्या उन्होंने भी वही खासियतें देखी हैं जो आपके समूह ने देखीं? दूसरे समूहों की प्रस्तुतियों से आपने जो कुछ भी नया या अलग पता किया है उसे नोटबुक में लिख लें और यदि कोई सवाल हो तो उन्हें भी लिख लें।
- जब आपके समूह की प्रस्तुति की बारी आए तो उन पक्षियों या उनकी उन विशेषताओं पर अपनी प्रस्तुति केन्द्रित करें जिनके बारे में अब तक किसी ने नहीं बताया। यदि आपके सहपाठी कोई ऐसा सवाल पूछते हैं जिसका जवाब आपको अभी नहीं पता है तो उसे लिख लें। अगली बार जब आप उस पक्षी को देखें तो उस सवाल के बारे में गौर करें।

सोचिए और चर्चा कीजिए :

क) आपके आस-पास कितने तरह के पक्षी हैं?

ख) पिछले कुछ वर्षों में आपके आस-पास पक्षियों की संख्या और प्रकार में किस तरह के बदलाव आए हैं? इस बदलाव में हमने (मनुष्यों ने) क्या भूमिका निभाई है?

ग) हमारे जीवन में पक्षियों की क्या भूमिका है?

तालिका 1 : अपने आस-पास के पक्षियों का वर्णन करें।

पक्षी का नाम (अंग्रेज़ी या स्थानीय भाषा में)	पक्षी का विवरण*	चोंच का विवरण**	आपने उन्हें कहाँ देखा#	वह क्या खाते हैं

*आकार (गौरैया के बराबर, कौए के बराबर, गौरैया या कौए से छोटा या बड़ा), रंग, पक्षी की आवाज़, क्या वह अकेले हैं या समूह में हैं।

** रंग, मोटाई (पतली, मोटी), और लम्बाई (छोटी, लम्बी, घुमावदार, सीधी)।

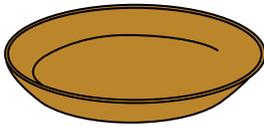
ज़मीन पर, पेड़ पर, बिजली के तारों पर, किसी जलस्रोत के पास या घरों पर।

‘ध्यानमग्न बगुला’ की कहानी में, भूटान का एक किसान हमें उसके आस-पास रहने वाले अपने एक साथी मछुआरे बगुला से मिलवाता है। वह किसान बगुले को इतनी अच्छी तरह से इसलिए जानता है क्योंकि मछली पकड़ने की अपनी पसन्दीदा जगह पर वह उसे हर रोज़ देखता है। पक्षियों को नहाने के लिए पानी रखकर आप भी अपने आस-पास के कई पक्षियों से मिल सकते हैं।

उद्देश्य :

- अपने स्कूल के आस-पास पाए जाने वाले पक्षियों को नहाने के लिए बर्डबाथ बनाएँ।
- बर्डबाथ पर आने वाले पक्षियों का अवलोकन करें।

आपको चाहिए :



मिट्टी या प्लास्टिक की एक उथली प्लेट/कटोरा जिसकी किनार मोटी हो (जिस पर मेहमान पक्षी बैठ सकें)



कुछ पत्थर/कंकड़ (यह भी बुलाए मेहमानों के बैठने के लिए)



साफ़ पानी



प्लेट/कटोरा साफ़ करने के लिए एक स्क्रबर या गुजाँ



अवलोकन दर्ज करने के लिए एक नोटबुक



एक पेन/पेंसिल

क्या करें :

1. अपने शिक्षक की मदद से स्कूल में कम-से-कम दो जगह बर्डबाथ बनाएँ। बर्डबाथ के लिए ऐसी जगहें चुनें जहाँ से स्कूल में आते-जाते आप अपने मेहमान पक्षियों को आसानी से देख सकें।
2. बर्डबाथ पर ताज़े पानी से भरे कटोरे/प्लेट रख दें। यदि कटोरे की किनार चौड़ी नहीं है तो उसमें कुछ कंकड़-पत्थर डाल दें ताकि पक्षियों के बैठने के लिए जगह रहे।
3. प्रत्येक बर्डबाथ को दिन में कम-से-कम एक बार देखकर यह सुनिश्चित करें कि उनमें पानी भरा है। खाली मिलने पर फिर से पानी भर दें। गर्मी के दिनों में इन्हें ज्यादा बार देखने की ज़रूरत पड़ सकती है।
4. बारी-बारी से सभी बर्डबाथ के प्लेट/कटोरा को कम-से-कम सप्ताह में एक बार साफ़ करें। यदि पानी गन्दा मिल रहा है तो आपको इसे और भी जल्दी-जल्दी साफ़ करना पड़ेगा।
5. दिन में कम-से-कम तीन बार 5 मिनट के लिए पक्षियों को नहाते हुए देखने का समय निकालें : ऐसा आप स्कूल पहुँचते ही, लंच के समय, और स्कूल से घर के लिए निकलने से ठीक पहले कर सकते हैं।



अवलोकन करें और लिखें :

- आपने जिन पक्षियों को देखा क्या उनमें से किसी का नाम जानते हैं? यदि हाँ, तो उन्हें लिख लें। यह नाम किसी भी भाषा में हो सकते हैं।
- मेहमान पक्षी कैसे दिखते हैं? इन विवरणों को तालिका में दर्ज करें। आप अपनी नोटबुक में पक्षी का चित्र भी बना सकते हैं।
- यदि आपको किसी पक्षी की पुकार (आवाज़) या पक्षी गीत सुनाई दिया है तो उस ध्वनि का वर्णन करें। या उनकी पुकार (आवाज़) की नकल करने की कोशिश करें।
- पक्षी कैसा व्यवहार करते हैं? क्या वह बारी-बारी से पानी का इस्तेमाल करते हैं? क्या कोई पक्षी नहाने के लिए आता है? क्या कोई पक्षी पानी पीने के लिए इस पर आता है?
- दूसरे जीव भी आपके बर्डबाथ में आ सकते हैं। उनके बारे में भी अपने अवलोकन लिख लें।
- ध्यान रहे, अपने सारे अवलोकन दूर से करें, पक्षियों के नज़दीक न जाएँ।

इस बारे में सोचें :

- आपको क्या लगता है कि पक्षी नहाने क्यों आते हैं?
- पक्षी मेहमानों का विस्तार से वर्णन करना क्यों महत्वपूर्ण है? इससे आपको क्या सीखने-समझने में मदद मिलती है?
- अपने अवलोकनों पर गौर करें और निम्नलिखित सवालों के बारे में लिखें :
 - क) कौन-से पक्षी हर दिन आते हैं?
 - ख) कौन-से पक्षी दिन के केवल कुछ तयशुदा समय पर ही आते हैं?
 - ग) कौन-से पक्षी साल के केवल कुछ तयशुदा समय पर ही आते हैं (आप इस प्रश्न का उत्तर पूरे साल अवलोकन करने के बाद ही दे पाएँगे)?

चर्चा करें :

1. आपको क्या लगता है कि आपके शिक्षक ने आपको पक्षियों के नहाने के सभी अवलोकन दूर से करने के लिए क्यों कहा?
2. क्या आपको अपने अवलोकनों में कोई पैटर्न दिखाई दिया? उदाहरण के लिए, क्या कोई पक्षी दिन के किसी खास समय पर बर्डबाथ पर आते हैं? इन पैटर्नों के लिए क्या आप कोई स्पष्टीकरण या तर्क सोच सकते हैं? यह पक्षी दिन के बाकी समय कहाँ होते होंगे?
3. यदि कई पक्षी एक साथ एक ही समय में नहाने आएँगे, आपको क्या लगता है तब क्या होगा? अपने पूर्वानुमान का कारण बताएँ। अपने अनुमान की तुलना अपने वास्तविक अवलोकन से करें। क्या आपके अनुमान और वास्तविकता के बीच अन्तर है? इस अन्तर के सम्भावित कारण पर चर्चा करें।
4. इनके बारे में 1-2 बातें साझा करें :
 - वह अवलोकन जो आपके लिए सबसे रोमांचक थे।
 - इस गतिविधि से आपने जो नई चीज़ें सीखीं।
 - पक्षियों के बारे में आपकी सोच जो इन अवलोकनों के बाद बदल गई।

तालिका 1 : बर्डबाथ पर आने वाले पक्षियों का वर्णन कीजिए।

तारीख :

बर्डबाथ का क्रमांक (यदि एक से

अधिक बर्डबाथ बनाए हैं तो) :

समय :

पक्षी का नाम (अंग्रेजी या स्थानीय भाषा में)	पक्षी का विवरण				पक्षी का व्यवहार**		
	आकार*	रंग (पंखों का रंग)	कोई अन्य विवरण जो अलग या अनूठा हो	पक्षी की आवाज़/पुकार (किसके जैसी है)	पानी पीते हैं, नहाते हैं या दोनों करते हैं?	अपनी बारी का इन्तज़ार करते हैं (हाँ या नहीं)	कोई और अवलोकन
कुछ दूसरे जीव भी आए?***							

*पक्षी कितना बड़ा है? आप गौरैया या कौए से इसके आकार की तुलना कर सकते हैं। मसलन, गौरैया या कौए से छोटा है, या बड़ा।

** क्या पानी का इस्तेमाल करने के लिए पक्षी अपनी बारी का इन्तज़ार करते हैं? क्या वह सिर्फ पानी पीते हैं, क्या वह सिर्फ नहाते हैं या दोनों करते हैं? क्या आपने उनके व्यवहार के बारे में कुछ और नोट किया?

***यदि आप उनका नाम नहीं जानते तो उनके रंग-रूप का वर्णन करें। जैसे उनका आकार, विशेषताएँ, रंग, बर्बरह।

गतिविधियाँ । और ॥

आस-पास के पक्षियों में हुए बदलावों का दस्तावेज़ीकरण

1) गतिविधि । और ॥ यह सीखने में मदद कर सकती हैं :

- मिडिल स्तर के विज्ञान के लिए (कक्षा VI-VIII): विद्यार्थी जीवों को उनकी अवलोकन की जा सकने वाली विशेषताओं के आधार पर पहचान सकते हैं और वर्गीकृत कर सकते हैं, सवालों के जवाब खोजने के लिए सरल जाँच-पड़ताल कर सकते हैं, और पर्यावरण की रक्षा के लिए प्रयास कर सकते हैं (पौधों और जीव-जन्तुओं की सुरक्षा की जरूरत और महत्त्व पर जागरूकता फैलाकर)।
- प्रारम्भिक स्तर में पर्यावरण अध्ययन के लिए (कक्षा III-V): विद्यार्थी अपने आस-पास के स्थानों में पक्षियों की सरल विशेषताएँ (जैसे उनकी चाल, खाने की आदतें, और आवाज़ें) पहचान सकते हैं, विभिन्न इन्द्रियों का इस्तेमाल करके एक ही तरह के पक्षियों के समूह बना सकते हैं, पैटर्न पहचान सकते हैं, और पक्षियों व जीव-जन्तुओं के प्रति संवेदनशीलता बरत सकते हैं।

2) मिडिल स्कूल विज्ञान की शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ-एसई) 2023 में उल्लेखित पाठ्यचर्या लक्ष्यों में से एक (CG-3) है विद्यार्थियों को वैज्ञानिक शब्दों में जीव-जगत को जानने के अवसर देना। गतिविधि शीट । और ॥ इस लक्ष्य और इससे सम्बन्धित दो दक्षताओं को पूरा करने में मदद करने के लिए डिज़ाइन की गई हैं :

- प्राकृतिक परिवेश में देखे गए जीवों (पक्षियों सहित) की विविधता का वर्णन करना।
- एक-दूसरे पर निर्भरता और प्रतिक्रिया के सन्दर्भ में जीवों और उनके पर्यावरण के बीच सम्बन्धों के पैटर्न का विश्लेषण करना।

3) गतिविधि । में :

- 'ध्यानमग्न बगुले' की कहानी सुनाकर गतिविधि शुरू करें। यदि विद्यार्थी अनुरोध करते हैं तो आपको पक्षी की विशेषताओं और उसके मछली पकड़ने की दिनचर्या का वर्णन करने वाले हिस्से को फिर से सुनाना होगा।
- शीट । में पक्षी हैं : (क) छोटा किलकिला (किगाफिशर), (ख) पनडुब्बी (ग्रीब), (ग) स्किमर, (घ) बगुला, (ङ) सी ईगल, (च) जलसिंह या हवासील (पेलिकन), (छ) जलकाक या पनकाँवा (कॉमोरेट), और (ज) दाबिल या खजाका (स्पूनबिल)।
- **सोचें-विचारें** खण्ड के भाग **ख** में : छोटा किलकिला, पनडुब्बी, सी ईगल, और पनकाँवा गोताखोर क्रिस्म के पक्षी हैं। स्किमर का नाम उसकी स्किमिंग के चलते रखा गया है। हवासील और खजाका स्कूपर्स क्रिस्म के पक्षी हैं। बगुले घात लगाकर मछली पकड़ने वाले होते हैं।
- विद्यार्थियों को मोबाइल फ़ोन पर (राउंड ग्लास सस्टेन द्वारा बनाया गया) 4 मिनट का एक छोटा यूट्यूब वीडियो दिखाएँ। वीडियो दिखाने के बाद चर्चा करें वाले हिस्से में दिए गए सवालों पर चर्चा करवाएँ। 'How Namdapha's Statuesque Bird is Quietly Disappearing' (कैसे नामदाफा का सबसे आलीशान पक्षी चुपचाप गायब हो रहा है) अँग्रेज़ी में यह वीडियो <https://www.youtube.com/watch?v=s-H5zn4xC0w> पर उपलब्ध है। यदि विद्यार्थी चाहें तो आप इसे <https://www.youtube.com/watch?v=eTPr3IKbHeE&t=0s> पर हिन्दी में भी दिखा सकते हैं।

4) गतिविधि 11 में :

- विद्यार्थियों को अपने से बड़ों द्वारा साझा की गई कहानियों और जानकारी को ध्यान से सुनने के लिए प्रोत्साहित करें। उन्हें इन विवरणों को अपनी नोटबुक में लिखने के लिए कहें।
- साथ ही, उन्हें कक्षा में दूसरे समूहों द्वारा दी जाने वाली प्रस्तुतियों को ध्यान से सुनने के लिए भी प्रोत्साहित करें।

5) विद्यार्थियों को हमारे (मनुष्यों के) कारण आस-पास रहने वाले पक्षियों पर पड़ने वाले प्रभावों के बारे में सोचने और साझा करने के लिए प्रोत्साहित करें और दोनों गतिविधियों में चर्चा को आगे बढ़ाने में मदद करें। इन सवालों को पूछकर सत्र समाप्त करें : क्या मानवीय गतिविधियाँ हमेशा पक्षियों पर हानिकारक प्रभाव डालती हैं? क्या वह कुछ ऐसी गतिविधियों के बारे में सोच सकते हैं जिनका पक्षियों पर बुरा असर नहीं पड़ता? क्या वह अपने इलाके में पक्षियों और उनके आवासों की रक्षा करने के लिए चल रहे प्रयासों के बारे में जानते हैं? विद्यार्थियों को इन सवालों के बारे में पता करने के लिए कम-से-कम दो दिन का समय दीजिए। यदि आपको लगता है कि विद्यार्थी इन सवालों में बहुत रुचि ले रहे हैं तो आप उनके जवाब पूरी कक्षा के साथ साझा करने के लिए कह सकते हैं।

1. यह गतिविधि पर्यावरण अध्ययन कक्षा III की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025, पृष्ठ 96-97) के अध्याय 7 : 'पानी है अनमोल' में वर्णित 'गतिविधि 4 : बर्डबाथ बनाइए-गर्मी के महीनों में पक्षियों के लिए पानी की व्यवस्था' के विस्तार के रूप में डिज़ाइन की गई है।
2. यह विद्यार्थियों की सीखने की क्षमता को बढ़ाने और मजबूत करने के लिए बनाई गई है। शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ-एसई), 2023 कहती है : "सहानुभूति और करुणा केवल मूल्य या स्वभाव नहीं हैं; यह ऐसी क्षमताएँ हैं जो इस दिशा में सतत अभ्यास के माध्यम से विकसित की जाती हैं।"
3. यह गतिविधि विद्यार्थियों के साथ साल भर चलने वाली गतिविधि की तरह की जा सकती है।
4. विद्यार्थियों को 'ध्यानमग्न बगुला' कहानी सुनाकर इस गतिविधि की शुरुआत करें। फिर स्कूल में बर्डबाथ बनाने का आइडिया दें। विद्यार्थियों को पुराने उथले मिट्टी या प्लास्टिक के बर्तन लाने के लिए कहें। यह बर्तन लगभग 10-15 सेमी गहरे हो सकते हैं। उन्हें बताएँ कि यह बर्तन 2-3 तरह के आकार के हो सकते हैं।
5. एक बार जब बर्डबाथ बन जाएँ तब इन्हें सुचारु रखने के लिए आप विद्यार्थियों को बारी-बारी से जिम्मेदारी सौंप दें। सुनिश्चित करें कि विद्यार्थी बर्डबाथ को साफ़ करने और उनमें पानी भरने की अपनी बारी निभा रहे हैं। इस तरह के कार्यों को मिलकर करने से विद्यार्थियों में स्वामित्व और जिम्मेदारी की भावना विकसित करने में मदद मिलती है। दूसरों की परवाह करने के लिए यह महत्त्वपूर्ण गुण है।
6. कार्यों को करने के लिए स्पष्ट निर्देश दें। इस बात पर जोर दें कि विद्यार्थी बर्डबाथ में आए गैर-मानव आगंतुकों को उन्हें कुछ खिलाए बिना या उनके साथ छेड़छाड़ या सम्पर्क किए बिना उन्हें देखें। इससे उन्हें ध्यान से अवलोकन करने और दूसरे जीवित प्राणियों के साथ जगह (और संसाधन) साझा करने के कौशल विकसित करने में मदद मिलेगी।
7. विद्यार्थियों को स्पष्ट करें कि उन्हें अपने अवलोकनों को तालिका-1 में दिए गए प्रारूप में व्यवस्थित और नियमित रूप से भरना है।
8. अपने विद्यार्थियों को बर्डबाथ में आए आगंतुकों को कम-से-कम 5 मिनट के लिए, दिन में तीन बार देखने के लिए प्रोत्साहित करें : स्कूल आते समय, लंच के समय, और स्कूल से घर जाते वक़्त। उन्हें प्रत्येक अवलोकन के बाद जितनी जल्दी हो सके अपने अवलोकनों को लिखने के लिए प्रोत्साहित करें।
9. प्रति सप्ताह कम-से-कम 30 मिनट के लिए एक सत्र की योजना बनाएँ।
 - अपनी कक्षा की संख्या और उपलब्ध समय के हिसाब से विद्यार्थियों को 3-4 के छोटे-छोटे समूहों में बाँटें। साथियों के बीच चर्चा और अनुभव साझा करने के सत्र को आगे बढ़ाने में मदद करें। स्पष्ट करें कि प्रत्येक जोड़ी या समूह में सभी विद्यार्थी बारी-बारी से अपने अवलोकन और अनुभव साझा करें। उन्हें एक-दूसरे की बात ध्यान से सुनने के लिए प्रोत्साहित करें।
 - महीने में एक बार, विद्यार्थियों को 'ज़रा सोचें' और 'चर्चा करें' खण्डों में दिए गए सवालों के जवाब साझा करने के लिए कहें।

10. विद्यार्थियों द्वारा पूछे गए जिन सवालों को इन चर्चाओं के दौरान सम्बोधित नहीं किया जा सका हो उन्हें लिख लें। आप बाद में इन पर बात कर सकते हैं। या, आप इन्हें विद्यार्थियों को स्वयं खोजने और कक्षा के साथ अपने निष्कर्षों को साझा करने के लिए कह सकते हैं।
11. विद्यार्थियों को घर पर बर्डबाथ लगाने के लिए कहें। और जितने दिनों तक वह कर सकते हैं, अपने अवलोकनों को लिखने के लिए प्रोत्साहित करें। जब वह ऐसा करेंगे तो वह समय के साथ पैटर्न को पहचान जाएंगे और अनुमान लगाना शुरू कर देंगे। इससे विद्यार्थियों को उनके पर्यावरण में हो रहे बदलावों के प्रति अधिक जागरूक और संवेदनशील होने में मदद मिल सकती है। यह उनके आस-पास के कई दूसरे बदलावों के लिए सार्थक तरीके से प्रतिक्रिया करने की उनकी क्षमता बना सकता है।
12. विद्यार्थियों को इस बात पर विचार करने के लिए प्रोत्साहित करें कि पक्षियों के उनके अवलोकन से इन जीव-जन्तुओं की देखभाल करने तथा उनकी आवश्यकताओं के प्रति सहानुभूति रखने में क्या भूमिका अदा होती है। विद्यार्थियों को अपने आस-पास के वातावरण को ध्यान से देखने के लिए कहकर हम उनमें देखभाल, सहानुभूति और करुणा विकसित करने में मदद कर सकते हैं।

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान बॉम्बे (IITB) से पीएचडी की है। पर्यावरण परामर्श के क्षेत्र में 18 साल काम करने बाद, वर्तमान में वह ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान पढ़ा रही हैं। वे अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट में विजिटिंग फ़ैकल्टी हैं। साथ ही, वे कुडाली इंटरजेनेरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की भी सदस्य हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता पुनरीक्षण : प्रतिका गुप्ता कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

आपकी टिप्पणियाँ



रात को रात ही रहने दो

अमोल आनन्दराव काटे

1879 में, थॉमस एडिसन ने विद्युत का प्रकाश बल्ब बाज़ार में उतारा। तब से हर साल रातें लगभग 10 फ़ीसदी ज़्यादा जगमग होती जा रही हैं। लेकिन रात कहीं गुम होती जा रही है। रात की गुमशुदगी में कृत्रिम प्रकाश की क्या भूमिका है? और इस गुमशुदगी के क्या प्रभाव हैं?

हम रात के आसमान को देख रहे थे, तभी मेरी दोस्त ने कहा, “उस बड़े से जगमगाते बादल को देखो! अद्भुत लग रहा है न?!”

वह जिस ओर इशारा कर रही थी, उसे देखते हुए मैंने कहा, “वह आकाशगंगा का केन्द्र है।”

वह दंग रह गई और मेरी ओर मुड़कर बोली, “मैंने पहली बार ऐसा अद्भुत नज़ारा देखा है।”

मेरी दोस्त मुम्बई में पली-बढ़ी थी। कृत्रिम रोशनी से भरे महानगरों में रहने वाले कई और लोगों की तरह, उसने कभी तारों से भरा आसमान नहीं देखा था। मैं मुम्बई से 40 किलोमीटर दूर एक छोटे-से शहर कल्याण में पला-बढ़ा था। यह उस समय की बात है जब अपार्टमेंट दुर्लभ थे। ज़्यादातर बस्तियों में घर छोटे-छोटे और एक-दूसरे से काफ़ी दूर होते थे। रात के आसमान में कृत्रिम रोशनी नहीं होती थी। मेरे घर से कई तारा-मण्डल (नक्षत्र) दिखाई देते थे। यहाँ तक कि कर्क, सीटस और

कैमेलोपार्डालिस जैसे धुँधले तारा-मण्डल भी। तभी मैंने पहली बार उन्हें देखा और पहचानना सीखा। अगले कुछ दशकों में यह नज़ारा बदल गया। जैसे-जैसे मुम्बई का आकार बढ़ता गया, इसकी रोशनी की चमक पश्चिम के क्षितिज को और ज़्यादा छिपाती गई। फिर, जैसे-जैसे खुद हमारा शहर बड़ा होता गया, हमारा कृत्रिम रोशनी का इस्तेमाल बढ़ता गया। अब मेरे घर से कई तारे और तारा-मण्डल दिखाई नहीं देते थे। रात के आसमान का अच्छा नज़ारा देखने के लिए मुझे अब शहर से लगभग 60-70 किलोमीटर दूर जाना पड़ेगा। आज, हम कल्याण से बमुश्किल कोई तारे देख पाते हैं।

मैं अब दक्षिणी राजस्थान के एक छोटे-से शहर सिरोही में रहता हूँ। 2011 में जब मैं यहाँ आया, मैं अपने घर की छत से रात का आसमान एकदम साफ़ देख सकता था (चित्र-1 देखें)। लेकिन यह खुशी बहुत कम समय के लिए थी। 2016 में, राजस्थान सरकार ने अपने सभी शहरी स्थानीय



चित्र-1 : आकाशगंगा का एक अद्भुत दृश्य। यह फोटो राजस्थान के सिरोही के माउंट आबू से लिया गया है।

Credits: Amol Anandrao Kate. License: CC-BY-NC.

निकायों में स्ट्रीट लाइटिंग राष्ट्रीय कार्यक्रम (एसएलएनपी) लागू करने का फ़ैसला किया। पाँच लाख पारम्परिक स्ट्रीट लाइटों को लाइट-एमिटिंग डायोड (प्रकाश उत्सर्जक डायोड/एलईडी) लैम्प से बदल दिया गया। बल्ब और फ्लोरोसेंट लैम्प की तुलना में एलईडी लैम्प प्रकाश को लक्षित इलाक़े में

फैलाने में बेहतर हैं और अधिक ऊर्जा कुशल हैं, यानी कम ऊर्जा का इस्तेमाल करते हैं।¹ चूँकि वह बहुत कम लागत पर रोशनी का मन चाहा स्तर मुहैया करा देते हैं, इसीलिए राजस्थान सरकार कई नई प्रकाश इकाइयाँ लगाने का खर्च उठा पाई है। लोगों ने इस बदलाव का स्वागत किया क्योंकि उजली

सड़कें सुरक्षित लगती हैं। लेकिन यह सभी प्रकाश इकाइयाँ ज़रूरी नहीं हैं और इस नेक नीयत कोशिश ने हमारे रात के आसमान के नज़ारे को बुरी तरह प्रभावित किया है।² आकाशगंगा का जगमगाता बादल एलईडी लाइटों की चमक से मिट गया है।

यह दुनिया भर में एक बढ़ती हुई चुनौती है। अनुमान है कि कृत्रिम रोशनी स्रोतों की संख्या और चमक हर साल लगभग 2-6 फ़ीसदी तक बढ़ रही है।³ इस वृद्धि में तीव्र आर्थिक विकास और शहरीकरण की मुख्य भूमिका है।⁴ हम इस वृद्धि के नकारात्मक प्रभावों के बारे में शायद ही कभी सुनते हैं क्योंकि उन्हें पहचानना और उनका अध्ययन करना दूसरे प्रदूषकों की तुलना में ज़्यादा कठिन रहा है।

प्रकाश प्रदूषण के प्रभाव

कृत्रिम प्रकाश का कोई भी अनचाहा, ज़रूरत से ज़्यादा, दखल देने वाला या अनुपयुक्त उपयोग प्रकाश प्रदूषण कहलाता है।^{5, 6} अन्तर्राष्ट्रीय खगोल संघ (आईएयू) के मुताबिक, जब कृत्रिम स्रोतों की वजह से प्रकाश का स्तर वहाँ के प्राकृतिक प्रकाश से 10 फ़ीसदी से ज़्यादा हो तो वह इलाक़ा प्रकाश प्रदूषित कहलाता है। 2016 में हुए एक अध्ययन के मुताबिक, लगभग 83 फ़ीसदी मानव आबादी प्रकाश प्रदूषित इलाक़ों में रह रही थी और उस समय दुनिया की एक-तिहाई से अधिक आबादी आकाशगंगा नहीं देख पाती थी।⁷ लेकिन रात का आकाश सिर्फ़ अपनी सुन्दरता के लिए महत्वपूर्ण नहीं है।

सदियों से, मानव अपने कुछ सबसे गहरे सवालियों के जवाब खोजने और ब्रह्माण्ड में अपने स्थान की समझ विकसित करने के लिए रात के आकाश को ही निहारता रहा है। इसने पृथ्वी पर हमारे अस्तित्व के सभी पहलुओं को प्रभावित किया है – धर्म, दर्शन, कला, साहित्य, और विज्ञान। वैज्ञानिक खोजों का इतिहास आकाश की इस सार्वभौमिक प्रयोगशाला से काफ़ी मज़बूती से जुड़ा है। कक्षा-6 की विज्ञान



चित्र-2 : यह तस्वीर रात के अँधेरे आसमान पर प्रकाश प्रदूषण के प्रभाव को दर्शाती है। इसमें आकाश में विभिन्न स्थितियों में दिखाई देने वाले तारों की कम होती संख्या (बाएँ से दाएँ) को दर्शाया गया है। तस्वीर चिली की ईएसओ की पैरानल वेधशाला से ली गई है। Credits: ESO/P. Horálek, M. Wallner, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:How_light_pollution_affects_the_dark_night_skies_\(dark-skies\)_flipped_left-right.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:How_light_pollution_affects_the_dark_night_skies_(dark-skies)_flipped_left-right.jpg). License: CC BY 4.0 International DEED.

की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-12 (पृथ्वी से परे) में बच्चों का इससे परिचय कराया जाता है। 'रात्रि-आकाश का अवलोकन' शीर्षक वाला खण्ड बच्चों और शिक्षकों को इस कक्षा में सीखे गए कुछ आकाशीय पिण्डों (ग्रहों, तारों और तारा-मण्डलों) को देखने के लिए आमंत्रित करता है। लेकिन यह उन्हें सावधान भी करता है: "प्रकाश प्रदूषण रात के आकाश में तारों और नक्षत्रों का आनन्द लेने और उनका अध्ययन करने की हमारी क्षमता को कम कर रहा है... अगर यह बिना बादल वाली एक साफ़ रात है तो आकाश में बड़ी संख्या में तारे दिखाई दे सकते हैं। अगर आप किसी बड़े शहर में रहते हैं तो प्रकाश प्रदूषण की वजह से रात के आसमान में केवल कुछ तारे ही दिखाई देते हैं। गाँवों या उन इलाकों में जहाँ प्रकाश प्रदूषण कम है, बड़ी संख्या में तारे देखे जा सकते हैं।"⁸ कृत्रिम प्रकाश व्यवस्था इस साझा विरासत तक उनकी (और हमारी) पहुँच में बाधा पहुँचा रही है (चित्र-2 देखें)।

हम यह भी जान रहे हैं कि प्रकाश प्रदूषण कई तरह से मानव स्वास्थ्य को प्रभावित करता है। उदाहरण के लिए, दिन/रात का चक्र हमारे प्राकृतिक सोने-जागने के चक्र (जिसे सर्केडियन चक्र कहा जाता है) को प्रभावित

करता है। प्राकृतिक अँधेरे के सम्पर्क में आने पर हमारे मस्तिष्क में मौजूद पीनियल ग्रन्थि मेलाटोनिन नामक नींद लाने वाले हार्मोन का उत्पादन करती है। यह हार्मोन हमारी प्रतिरक्षा प्रणाली को भी मजबूती देता है, हमारे कोलेस्ट्रॉल स्तर को कम करता है, और हमारे शरीर की दूसरी हार्मोन पैदा करने वाली ग्रन्थियों (जैसे थायरॉयड, अग्न्याशय, अधिवृक्क ग्रन्थियाँ, अण्डाशय और वृषण) के कामों को नियंत्रित/दुरुस्त करने में मदद करता है। कृत्रिम प्रकाश के सम्पर्क में आने से मेलाटोनिन का उत्पादन कम हो जाता है जिससे हमारी नींद की अवधि और गुणवत्ता कम हो जाती है। सभी कृत्रिम प्रकाश का यही प्रभाव होता है, लेकिन गर्म प्रकाश स्रोतों (जैसे बल्ब) की तुलना में ठण्डे प्रकाश स्रोत (जैसे सफ़ेद रोशनी उत्सर्जित करने वाले एलईडी) हमारी नींद में ज्यादा बाधा डालते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि मेलाटोनिन के उत्पादन को कम करने वाले प्रकाशग्राही नीली तरंगदैर्घ्य के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील होते हैं और ठण्डे प्रकाश स्रोत गर्म प्रकाश स्रोतों की तुलना में ज्यादा नीला प्रकाश उत्पन्न करते हैं। अच्छी नींद नहीं होने से दिन में हमारी काम करने की क्षमता प्रभावित हो सकती है। यह उच्च रक्तचाप, मोटापा, मधुमेह, हृदय रोग, चिन्ता और

अवसाद के जोखिम को भी बढ़ा सकता है। कुछ अध्ययनों से पता चला है कि शायद प्रकाश प्रदूषण और स्तन कैंसर की ज्यादा सम्भावना के बीच जुड़ाव हो सकता है।⁹

दिन/रात का चक्र सिर्फ़ इन्सानों ही नहीं, बल्कि कई दूसरे पौधों और जानवरों के लिए भी महत्वपूर्ण है। उदाहरण के लिए, कृत्रिम रोशनी कई उड़ने वाले कीड़ों को आकर्षित करती है, और वह इतने लम्बे समय तक उनके नीचे मँडराते रहते हैं कि थककर मर जाते हैं। यह नुकसान उन सभी पौधों और जानवरों की प्रजातियों को प्रभावित कर सकता है जो भोजन या परागण के लिए कीटों पर निर्भर हैं। दुनिया भर के अध्ययनों से पता चलता है कि कृत्रिम रोशनी हर साल लाखों समुद्री कछुओं की मौत का कारण बनती है। यह सरीसृप समुद्र तट पर दिए गए अण्डों से निकलते हैं और अँधेरे टीलों से दूर रेंगते हुए समुद्र के पानी के चमकीले क्षितिज की ओर बढ़ते हैं। लेकिन बीच रिसॉर्ट, जगमगाती सड़कों और होर्डिंग की चमकदार रोशनी उन्हें गुमराह करती है और शहर की ओर खींचती है। कई तो पानी की कमी और थकावट से मर जाते हैं। कुछ को शिकारियों द्वारा खा लिया जाता है या वाहनों द्वारा कुचल दिया जाता है। वृक्षारोही मेंढकों (ट्री फ्रॉग) की कई प्रजातियों के नर

सम्भावित साथियों को अपनी जगह बताने के लिए रात को आवाज़ लगाते हैं। रात की लम्बाई और अँधेरे को कम करके, कृत्रिम रोशनी उनके प्रजनन चक्र में बाधा डाल सकती है। रात में शिकार करने से उल्लू और चमगादड़ दिन के शिकारियों (जैसे शिकारी पक्षियों) से दूर रह सकते हैं और दूसरे कीटभक्षी या कृन्तकभक्षी पक्षियों से प्रतिस्पर्धा से बच सकते हैं। प्रकाश प्रदूषण उनके लिए शिकार करने के मौकों को कम करता है और उन पर दूसरे पक्षियों या जानवरों द्वारा हमलों के जोखिम को बढ़ाता है। कृत्रिम रोशनी प्रवासी पक्षी प्रजातियों के बहुत जल्दी या बहुत देर से यात्रा शुरू करने का कारण बन सकती है। इससे उन्हें घोंसले बनाने और चारा-दाना खोजने के लिए आवश्यक परिस्थितियाँ नहीं मिल पाएँगी। रात में आसमान साफ़ न होने से प्रवासी पक्षी

अपने रास्ते से भटक सकते हैं। कभी-कभी तो यह उड़ान इतनी लम्बी होती है कि वह थकान के कारण गिरकर मर जाते हैं।¹⁰

चलते-चलते

विद्यार्थियों के साथ प्रकाश प्रदूषण के कारणों और प्रभावों की चर्चा करना महत्वपूर्ण है। और यह ध्यान दिलाना भी ज़रूरी है कि यह अब सिर्फ़ बड़े शहरों तक सीमित नहीं है। यह छोटे शहरों और बड़े गाँवों को भी प्रभावित करने लगा है। इस तथ्य की ओर भी उनका ध्यान खींचना ज़रूरी है कि दूसरे तरह के प्रदूषणों की तरह प्रकाश प्रदूषण पर्यावरण में जमा नहीं होता है और इसे पलटा जा सकता है। हमें क्यों और कितनी मात्रा में प्रकाश की ज़रूरत है, यह जाँचने के लिए विद्यार्थियों को एक अभ्यास में शामिल करें। इस अभ्यास से मिले उनके जवाबों का

इस्तेमाल यह पता लगाने और चर्चा करने के लिए किया जा सकता है कि हम में से प्रत्येक कैसे निम्नलिखित में से चुन सकता है : (क) गरम और अधिक ऊर्जा-कुशल (कम ऊर्जा का इस्तेमाल करने वाले) प्रकाश स्रोतों का इस्तेमाल करना, (ख) अपने उद्देश्य को पूरा करने के लिए ज़रूरी सबसे कम तीव्रता वाले प्रकाश स्रोतों का चयन करना, (ग) यह सुनिश्चित करना कि रोशनी के बिखराव को कम करने के लिए उनके ऊपर कुछ आड़ दी गई हो, (घ) खुले स्थानों पर प्रकाश की मात्रा को कम-से-कम करना, और (ङ) जब ज़रूरत न हो तो लाइट (घर के अन्दर और बाहर) बन्द करना। इसी उम्मीद में कि फिर से अँधेरी रात हो, न सिर्फ़ हमारे लिए बल्कि पृथ्वी पर समस्त जीवन के लिए।

मुख्य बिन्दु

- कृत्रिम प्रकाश का कोई भी अनचाहा, ज़रूरत से ज्यादा, दखल देने वाला या अनुपयुक्त उपयोग प्रकाश प्रदूषण कहलाता है।
- प्रकाश प्रदूषण रात के आसमान तक हमारी पहुँच को प्रभावित करता है और आकाशीय पिण्डों को देखने की हमारी क्षमता में बाधा डालता है।
- रात में कृत्रिम प्रकाश के सम्पर्क में आने से हमारा सरकेडियन चक्र बाधित होता है और कई शारीरिक तथा मानसिक बीमारियों का खतरा बढ़ जाता है।
- प्रकाश प्रदूषण कई दूसरे पौधों और जानवरों के अस्तित्व को भी प्रभावित करता है जो शिकार, नेविगेशन (दिशा ज्ञान), नींद, शिकारियों से सुरक्षा, प्रजनन या प्रवास के लिए प्राकृतिक दिन/रात चक्र पर निर्भर करते हैं।
- दूसरे प्रदूषणों की तुलना में प्रकाश प्रदूषण को पलटा जा सकता है। कृत्रिम रोशनी का इस्तेमाल सिर्फ़ तभी और जहाँ ज़रूरी हो वहाँ करके और कम हानिकारक व कम ऊर्जा का इस्तेमाल करने वाली प्रकाश इकाइयों का चयन करके हम प्रदूषण में योगदान देने से बच सकते हैं।



Notes: Credits for the image used in the background of the article title: Earth at Night, NASA. URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/90008/night-light-maps-open-up-new-applications>. License: CC-BY.

References:

1. Wikimedia Foundation (2024). 'LED lamp'. Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/LED_lamp. Accessed 24 November 2024.
2. Shel Evergreen (2022). 'Bright LEDs could spell the end of dark skies'. MIT Technology Review. URL: <https://www.technologyreview.com/2022/08/17/1057652/outdoor-led-lighting/>. Accessed 24 November 2024.
3. Staff (2017). 'Five Years of Satellite Images Show Global Light Pollution Increasing at a Rate of Two Percent Per Year'. Dark Sky International. URL: <https://darksky.org/news/five-years-of-satellite-images-show-global-light-pollution-increasing-at-a-rate-of-two-percent-per-year/>. Accessed 24 November 2024.
4. Pavan Kumar et. al. (2019). 'Analysing trend in artificial light pollution pattern in India using NTL sensor's data'. Urban Climate, 27: 272-283. URL: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.12.005>. Accessed 24 November 2024.
5. Wikimedia Foundation (2024). 'Light pollution'. Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Light_pollution. Accessed 24 November 2024.
6. Keith T. Smith (2023). 'Losing the darkness'. Science, 380 (6650): 1116-1117. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi4552>. Accessed 24 November 2024.
7. Fabio Falchi (2016). 'The new world atlas of artificial night sky brightness'. Science Advances, 2 (6). URL: <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/sciadv.1600377>. Accessed 24 November 2024.
8. National Council of Educational Research and Training (2006, 2022). 'Chapter 12: Beyond Earth'. Science Textbook for Class VI (Rationalized 2023-24): 231-252. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fecu1=12-12>. Accessed 24 November 2024.
9. Staff (2014). 'Light pollution affects human health'. Dark Sky International. URL: <https://darksky.org/resources/what-is-light-pollution/effects/human-health/>. Accessed 24 November 2024.
10. Ed Yong (2022). 'How Animals Perceive the World'. The Atlantic. URL: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2022/07/light-noise-pollution-animal-sensory-impact/638446/>. Accessed 24 November 2024.



अमोल आनन्दराव काटे राजस्थान के सिरोंही में अजीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के साथ शिक्षक-प्रशिक्षक और विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में काम करते हैं। उनसे amol.kate@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : सीमा पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल

हमारे लिए लिखें

आई वंडर... माध्यमिक कक्षाओं (कक्षा-6 से 8) के विज्ञान और प्रारम्भिक चरण (कक्षा-3 से 5) के पर्यावरण विज्ञान (ईवीएस) शिक्षकों के लिए एक विज्ञान पत्रिका है। हमारा उद्देश्य ऐसे लेख और संसाधन साझा करना है जिनका इस्तेमाल सरकारी स्कूल के शिक्षक अपनी कक्षाओं में कर सकें। इन शिक्षकों को किस तरह के विषय ज्ञान, शैक्षणिक दृष्टिकोण और स्कूली शिक्षा सम्बन्धी दृष्टिकोण की आवश्यकता होगी ताकि वे कक्षा-उपयुक्त पाठ्यचर्या लक्ष्यों को पूरा कर सकें और अपने विद्यार्थियों में सम्बन्धित दक्षताएँ विकसित करने में मदद कर सकें? यदि आप इस सवाल का जवाब खोजने में लगे हुए कार्यरत विज्ञान शिक्षक, शिक्षक-प्रशिक्षक या शोधकर्ता हैं, तो अपना अनुभव हमारे साथ साझा करें।

यह करें :

1. माध्यमिक कक्षाओं की विज्ञान पाठ्यपुस्तक या प्रारम्भिक चरण की पर्यावरण विज्ञान की पाठ्यपुस्तक के नवीनतम संस्करण (एनसीईआरटी, 2024-2025) से कोई विषय चुनें। ये <https://ncert.nic.in/textbook.php> पर निःशुल्क उपलब्ध हैं। इन अध्यायों की सामग्री के साथ प्रत्यक्ष सम्बन्ध को रेखांकित करें। अपने प्रारूप के विस्तार, जटिलता और अमूर्तता के स्तर का निर्णय इन विषयों के कक्षा-उपयुक्त अधिगम के प्रतिफलों के आधार पर करें।
2. शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (NCF-SE) 2023 माध्यमिक कक्षाओं की विज्ञान और प्रारम्भिक चरण

की पर्यावरण विज्ञान शिक्षा के लिए विशिष्ट पाठ्यचर्या लक्ष्यों की सिफ़ारिश करती है। यह दस्तावेज़ https://education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/ncf_2023.pdf पर निःशुल्क उपलब्ध है। शिक्षकों से अपेक्षा की जाती है कि वे इन लक्ष्यों को ऐसे तरीकों से पूरा करें कि विद्यार्थियों को अपनी वास्तविक दुनिया के परिवेश में कुछ निश्चित दक्षताएँ विकसित करने और उनका अभ्यास करने में मदद मिले। अपने लेख और/ या संसाधन ऐसे दृष्टिकोण से प्रस्तुत करें जो इसमें शिक्षकों की सहायता करें।

3. शिक्षक अपनी कक्षा में क्या कर सकते हैं इसमें परिवेश एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। कक्षा संसाधन ऐसी सामग्री के साथ साझा करें जो स्कूल सरकारी स्कूल के शिक्षक और विद्यार्थी आसानी से, स्थानीय रूप से और कम कीमत में पा सकें। जहाँ आवश्यक हो, यह साझा करें कि सरकारी स्कूलों के शिक्षक अपनी कक्षा में आपके लेख या संसाधन का उपयोग कैसे कर सकते हैं।

आपके लेख :

- मौलिक होने चाहिए। दूसरों का योगदान दर्शाने के लिए सन्दर्भ और आभार शामिल करें।
- उन्हें यथासम्भव संक्षिप्त रखें। वे 800 शब्दों तक सीमित हो सकते हैं। कोशिश करें कि 1500 शब्दों की सीमा से ऊपर न जाएँ।

- सरल गैर-अकादमिक भाषा में लिखे गए हों। हमें बताएँ कि आपके मसौदे में मौजूद विचार आपके लिए क्यों महत्वपूर्ण हैं।

अपनी बात हमारे साथ साझा करें :

एक संक्षिप्त रूपरेखा लिखें जो हमें बताए कि आप किस बारे में लिखना चाहते हैं और आप कौन-से मुख्य प्रश्न सम्बोधित करना चाहते हैं। साथ ही, हमें बताएँ कि आपका लेख :

- एनसीईआरटी पाठ्यपुस्तक की कक्षा-उपयुक्त सामग्री में सहायता करता है।

- शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (NCF-SE) 2023 में चरण-उपयुक्त पाठ्यचर्या लक्ष्यों के साथ मेल खाता है।
- शिक्षकों द्वारा अपने कक्षा शिक्षण में इस्तेमाल किया जा सकता है।

एक संक्षिप्त व्यक्तिगत विवरण (< 50 शब्द) शामिल करें जो हमें विज्ञान और/ या विज्ञान शिक्षा में आपकी पृष्ठभूमि और स्कूल विज्ञान में रुचि के क्षेत्रों के बारे में कुछ बताए।

अपनी बात और लेख का प्रारूप iwonder@apu.edu.in पर भेजें। हम (अंग्रेजी, हिन्दी या कन्नड़ में) पूरे साल लेख स्वीकार करते हैं।

अनुवाद : सुबोध जोशी पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



हमारे साथ जुड़ें

पढ़ें

हमारा लक्ष्य साल में तीन अंक प्रकाशित करना है : अप्रैल, अगस्त और दिसम्बर में। प्रत्येक अंक अंग्रेजी, हिन्दी और कन्नड़ में उपलब्ध है। प्रत्येक अंक में लेखों और अलग करके उपयोग किए जाने वाले कक्षा संसाधनों (गतिविधि शीट, अवधारणा निर्माता, शिक्षक निर्देशिकाएँ, पुस्तिकाएँ, पोस्टर और फ्रील्ड गाइड) का मिश्रण होता है। इन्हें इस तरह के अनुभागों में शामिल किया जाता है : विज्ञान शिक्षक काम पर हैं, आपके आँगन में जीवन, इतिहास के झरोखे से, विज्ञान प्रयोगशाला, परिप्रेक्ष्य, संसाधन समीक्षा, शिक्षण – मानो कि धरती मायने रखती है और पूछें एक सवाल। हमारी सभी सामग्री CC-लाइसेंस प्राप्त है और हमारी वेबसाइट पर निःशुल्क उपलब्ध है।

पूछें और चर्चा करें

यदि आपके पास आई वंडर... के लेखकों के लिए प्रश्न हैं, तो उनके साथ निःशुल्क लाइव ऑनलाइन चर्चाओं में शामिल हों। कुछ नवीनतम चर्चाओं की विषयवस्तु इस तरह रही हैं :

- भोजन के माध्यम से जैव विविधता से जुड़ाव : राधा गोपालन और विनय सूरम के साथ
- बच्चे कैसे जानते हैं कि पृथ्वी सपाट है? : आनन्द नारायणन और अमोल आनन्दराव काटे के साथ
- डोरोथी एंडरसन : एक गुमनाम नायक : केटी हाफनर और विजेता रघुराम के साथ
- अंकुरण के लिए एक जाँच-आधारित दृष्टिकोण : धन्या के. और राधा गोपालन के साथ
- गुब्बारे की उड़ान के माध्यम से गति की खोजबीन : अनीश मोकाशी और विनय सूरम के साथ

प्राप्त करें

पूर्ण अंक (अंग्रेजी) डाउनलोड करने और निःशुल्क हार्ड कॉपी पाने हेतु सदस्यता लेने के लिए, मैगज़ीन पृष्ठ पर जाएँ : <https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder...>

अलग-अलग लेख (अंग्रेजी) डाउनलोड करने के लिए, रिपॉजिटरी पृष्ठ पर जाएँ : <http://publications.azimpremjifoundation.org/view/divisions/fiel18=2E1/>.

अलग-अलग लेख (हिन्दी और कन्नड़) डाउनलोड करने के लिए, अनुवाद सम्पदा पर जाएँ : <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/view/divisions/iWonder/>.

ऑनलाइन चर्चाओं की रिकॉर्डिंग देखने के लिए, प्लेलिस्ट पर जाएँ : <https://bit.ly/3Dt7LYf>.

आगामी अंकों और ऑनलाइन चर्चाओं पर अपडेट पाने के लिए, यहाँ रजिस्टर करें : <http://bit.ly/iwonderRegister>.

मुद्रक तथा प्रकाशक शरद सुरे, रजिस्ट्रार द्वारा अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के लिए आदर्श प्रा.लि., 4 शिखरवार्ता, प्रेस काम्पलेक्स, जोन-1, एम.पी.नगर, भोपाल 462 011 से मुद्रित

एवं अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिककनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक 562 125 से प्रकाशित

सम्पादक : चित्रा रवि

आभार



फील्ड की झलकियाँ। (क) राजकुमारी जी की कक्षा।

(ख) कार्यशाला में शिक्षक।

Credits: Aditya Prakash. License: CC-BY-NC-ND.

अपना समय और अनुभव हमारे साथ उदारतापूर्वक साझा करने और हमें सरकारी स्कूल के विज्ञान शिक्षकों के साथ उनके काम से प्रत्यक्ष रूप से सीखने का अवसर प्रदान करने के लिए हम सौरव सोम, आदित्य प्रकाश, अंकिता चतुर्वेदी, भुवन तिवारी, शुभ्रा मिश्रा, नंदिनी आर. शेट्टी और उपेन्द्र बहादुर सिंह को धन्यवाद देते हैं। इस यात्रा में हमारे साथी और मार्गदर्शक बनने के लिए सौरव को विशेष धन्यवाद।

हम भोपाल और दमोह के सरकारी स्कूल के शिक्षकों के आभारी हैं जिन्होंने हमें अपने कक्षा कार्य का अवलोकन करने और उसके ज़रिए सीखने का अवसर प्रदान किया। एमएस शहीद नगर शासकीय विद्यालय, भोपाल से कल्पना जी; विद्या विहार शासकीय विद्यालय, भोपाल से हेमलता जी; विक्टोरिया मिडिल स्कूल, भोपाल से नायब जी; पीएम श्री सरकारी एमएलबी गर्ल्स हायर सेकेंडरी स्कूल, भोपाल से कमलेश जी; शासकीय माध्यमिक विद्यालय प्रेमपुरा, भोपाल से अर्चना जी और सीमा जी; ईपीईएस हथिनी, दमोह से दीप्ति जी; और शासकीय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय पटना बुजुर्ग से रश्मि जी को हमारा विशेष धन्यवाद। हम इन विद्यालयों के प्राचार्यों को भी इन यात्राओं पर हमारा स्वागत करने के लिए धन्यवाद देते हैं।

ज़िला संस्थान, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन, दमोह में 2 दिवसीय शिक्षक कार्यशाला का हिस्सा रहे सभी विज्ञान शिक्षकों को विशेष धन्यवाद जिन्होंने खुले तौर पर और उदारतापूर्वक अपने काम और चुनौतियों के बारे में अपने अनुभव हमारे साथ साझा किए। हमने सीखा कि अपने स्कूलों में बच्चों के लिए विज्ञान सीखना रोमांचक बनाने के लिए वे कैसे एक साथ काम करके और सीखकर रचनात्मक और संसाधनपूर्ण तरीके खोजते हैं।

हम इन स्कूलों के सभी बच्चों को अपने सवाल, ऊर्जा और कक्षाएँ हमारे साथ साझा करने के लिए धन्यवाद देते हैं। आप सभी के साथ होना और आपसे सीखना एक सुखद अनुभव रहा।

– विजेता रघुराम, राधा गोपालन एवं चित्रा रवि

अनुवाद : सुबोध जोशी पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

शिक्षा के क्षेत्र में काम कर रहे पेशेवरों के लिए

ऑनलाइन/ऑफ़लाइन या दोनों तरह से कर सकते हैं



प्रारंभिक बाल्यावस्था शिक्षा

समावेशी शिक्षा

लर्निंग डिसएबिलिटी वाले बच्चों का शिक्षण

इस कार्यक्रम की मुख्य विशेषताएँ:

- यह प्रोग्राम यूजीसी द्वारा अप्रैल 2023 में जारी किए गए राष्ट्रीय क्रेडिट फ्रेमवर्क (एनसीआरएफ़) द्वारा बताई गई क्रेडिट संरचना के मुताबिक है।
- इस पाठ्यक्रम की विषय-वस्तु व पेडॉगॉजी, प्रारंभिक बाल्यावस्था शिक्षा, समावेशी शिक्षा और लर्निंग डिसएबिलिटी वाले बच्चों के शिक्षण से संबंधित क्षेत्रों में विशेषज्ञता के लिए ज़रूरी सिद्धांतों, अभ्यास व व्यावहारिक कौशल पर ज़ोर देते हैं।
- हमारे पूर्व छात्रों के नेटवर्क के ज़रिए चिंतनशील पेशेवरों के समुदाय से जुड़ें।
- प्रतिभागियों के पास पीजी डिप्लोमा प्रोग्राम में शामिल होने या अपने लिए एक या एक से ज़्यादा सर्टिफिकेट प्रोग्राम चुनने की सुविधा है।

प्रवेश प्रक्रिया:

- प्रतिभागी किसी भी सर्टिफिकेट प्रोग्राम के माध्यम से पीजी डिप्लोमा प्रोग्राम में प्रवेश ले सकते हैं। इस प्रक्रिया के दो चरण हैं :-
- पहला चरण:** उद्देश्य की जानकारी देते हुए ऑनलाइन आवेदन करना।
- दूसरा चरण:** ऑनलाइन साक्षात्कार में जुड़ना।

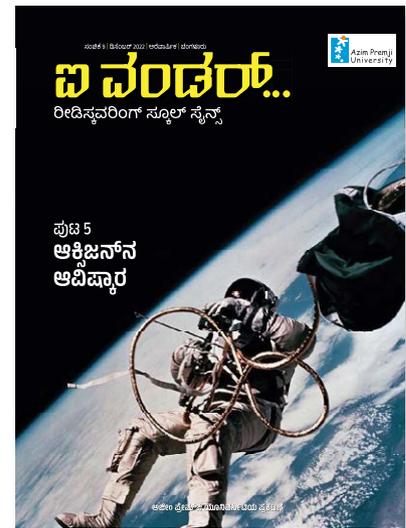
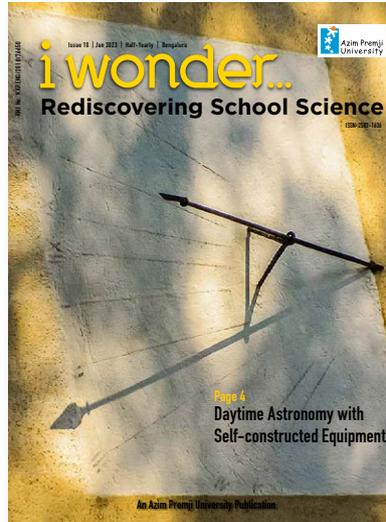
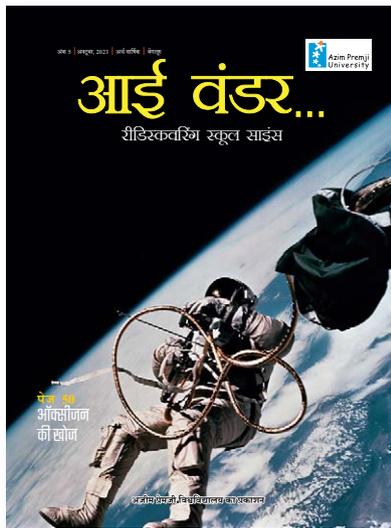
फीस और वित्तीय सहायता:

- फीस के बारे में सारी जानकारी हमारी वेबसाइट पर उपलब्ध है।
- विश्वविद्यालय उम्मीदवार की आमदनी के आधार पर योग्य आवेदक को वित्तीय सहायता की पेशकश भी करेगा। यह वित्तीय सहायता फीस में आंशिक छूट के रूप में होगी और विश्वविद्यालय इसे अपने विवेक के मुताबिक प्रदान करेगा। इस उद्देश्य के लिए विश्वविद्यालय ज़रूरी दस्तावेजों की माँग करेगा। वित्तीय सहायता मांगने वाले प्रतिभागियों को एक सीमित संख्या में प्रवेश दिया जाएगा।

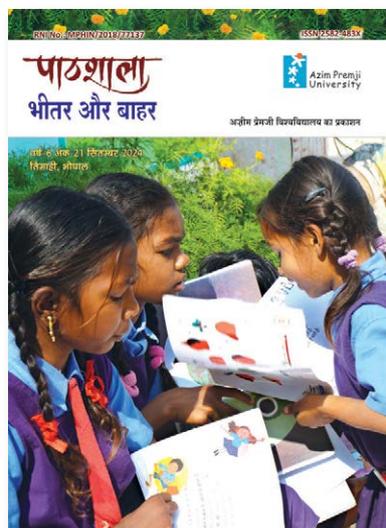
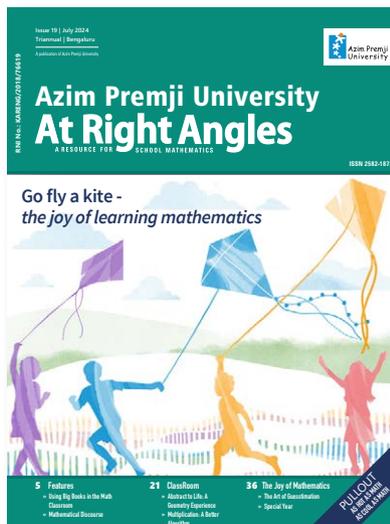
अधिक जानकारी के लिए QR कोड स्कैन करें।



Magazines for School Education



Scan here to subscribe for i wonder... Magazine



To know more about other publications, write to us – publications@apu.edu.in



“विज्ञान मजेदार है। विज्ञान जिज्ञासा है। हम सभी में स्वाभाविक जिज्ञासा होती है।
विज्ञान जाँच की एक प्रक्रिया है। यह सवाल पूछना और एक विधि के साथ आना है।
विज्ञान गहराई से जानना है।”

– सैली राइड

आई वंडर... के अगले अंक में ‘विज्ञान प्रयोगशाला’ कालम अवश्य पढ़ें।

Azim Premji University

Survey No 66, Burugunte Village, Bikkanahalli
Main Road, Sarjapura, Bengaluru 562125.

Facebook: /azimpremjiuniversity

Instagram: @azimpremjiuniv

www.azimpremjiuniversity.edu.in

X: @azimpremjiuniv