विज्ञान-शिक्षा एवं शोध में अन्तर्विषयी दृष्टिकोण का प्रभाव

धनश्री परांजपे

विज्ञान के इतिहास में ऐसे कई उदाहरण मिलते हैं जो यह बताते हैं कि असम्बद्ध लगने वाले विषयों के बीच के फ़ासले को मिटा देने से शानदार परिणाम मिल सकते हैं। क्यों? विज्ञान-शिक्षा के लिए इसका क्या निहितार्थ है?

पिछले साल एक दिन मैं अपने परिवार के साथ पुणे के पिंपरी चिंचवाड़ विज्ञान पार्क घूमने गई। वहाँ पर विभिन्न वैज्ञानिक अवधारणाओं जैसे कि ऊर्जा, भौतिकी के नियम, गति, पारिस्थितिकी तंत्र और खाद्य जाल पर एक प्रदर्शनी आयोजित की गई थी। प्रदर्शनी में भ्रम पैदा करने वाले कुछ आसान-से विज्ञान के खेल भी थे। आज तक मैंने विज्ञान में रुचि रखने वाले अलग-अलग आयु वर्ग के इतने सारे लोगों को एक जगह पर इकट्ठा कभी नहीं देखा था। जहाँ ज़्यादातर वयस्क दर्शक इस बात पर आश्चर्य जता रहे थे कि विज्ञान इतना आनन्ददायक भी हो सकता है, वहीं कई बच्चे प्रदर्शनी में रखे आकर्षक 'खिलौनों' से खेल रहे थे और इस बात से बेख़बर थे कि वे खेल–खेल में विज्ञान भी सीख रहे हैं। इस अनुभव ने मुझे वैज्ञानिकों, कलाकारों, इंजीनियर्स, डिज़ाइनर्स, आर्किटेक्ट्स और विज्ञान चित्रकारों जैसे कई लोगों के प्रयासों और सरलता की प्रशंसा करने पर मजबूर कर दिया। इनके अलावा मैं उन बेहतरीन आयोजकों और प्रशासकों का भी उल्लेख करना चाहूँगी जिनकी वजह से यह विज्ञान पार्क बन पाया। जो बात मुझे सबसे ज़्यादा आकर्षक लगी वह यह थी कि यह प्रदर्शनी 'थीम' (जैसे कि ध्वनि, भ्रम, प्राकृतिक अचम्भों) पर आधारित थी, न कि 'विषयों' (जैसे कि भौतिकी, रसायन और जीव विज्ञान) पर। जब आप विज्ञान का आनन्द लेने में जुटे हों तो भला कौन यह बात याद रखना चाहता है कि कोई थीम किस विषय में आती है?

हमारे दिमाग़ में हर दिन भारी मात्रा में सूचनाओं की बौछार की जाती है। पैटर्नों को खोजने की क्षमता एक तरीक़ा है जिसके ज़रिए दिमाग़ इन सूचनाओं का वर्गीकरण करता है और उपयुक्त बातों को संग्रहित करता है ताकि उन्हें तुरन्त याद किया जा सके। यह वर्गीकरण हमारे जीवन में काफ़ी पहले ही शुरू हो जाता है। उदाहरण के लिए हम स्कूल या कॉलेज स्तर पर विज्ञान को अलग-अलग विषयों के रूप में सीखते हैं। ऐसे विषयों के रूप में जिन्हें एक साथ नहीं मिलाया जाना है। यहाँ तक कि अकसर जो लोग विज्ञान विषय को अपना पेशा बनाते हैं उनसे भी यही उम्मीद की जाती है कि कुछ वर्षों के दौरान विशेषज्ञता के विशिष्ट क्षेत्रों को विकसित करें। उदाहरण के लिए हो सकता है कि एक कैंसर जीवविज्ञानशास्त्री के पास मलेरिया को पहचानने या उसे ठीक करने की विशेषज्ञता न हो, इसी तरह किसी रसायनशास्त्री से यह उम्मीद नहीं की जाती कि उसे यह पता हो कि एक्स-रे मशीन कैसे चलाते हैं। सामान्य तौर पर यह कह सकते हैं कि विज्ञान के क्षेत्र में आप जितना गहरा गोता लगाते जाते हैं, आपसे उतने ही ज़्यादा सीमित क्षेत्र पर ध्यान केन्द्रित करने की अपेक्षा की जाती

है। परिणामस्वरूप हम अकसर यह भूल जाते हैं कि अनुशासनात्मक ज्ञान (disciplinary knowledge) और विशेषज्ञता में विशिष्ट मालूम होने वाली सीमाएँ कृत्रिम हैं – हम अपनी सुविधा और समझने में आसानी के लिए विज्ञान को 'विषयों' और 'उपविषयों' (topics) में बाँटते हैं। क्या होगा यदि लोग अपने विषयों की इन सीमाओं से परे चले गए?

एक अन्तर्विषयी दृष्टिकोण क्या है?

शिक्षा या शोध के लिए एक अन्तर्विषयी दृष्टिकोण में दो या अधिक शैक्षिक विषयों के ज्ञान का एकीकरण एक ही गतिविधि में शामिल होता है। असम्बद्ध प्रतीत होने वाले अध्ययन क्षेत्रों (जो स्कूल में विषय के रूप में पढ़ाए जाते हैं) में एक-दूसरे को देने के लिए नई जानकारी, आँकड़े, तकनीकें, उपकरण, दृष्टिकोण, अवधारणाएँ और/या सिद्धान्तों के रूप में बहुत कुछ होता है। इसलिए अलग-अलग क्षेत्रों के ज्ञान को एक साथ लाकर किसी समस्या का समाधान करना :

- हमें विभिन्न अनुशासनात्मक दृष्टिकोणों से एक ही समस्या या किसी अवधारणा का अध्ययन का मौक़ा मिल सकता है और हमें उसे बेहतर या ज़्यादा समग्र तरीक़े से समझने में मदद कर सकता है।
- हमें नए समाधानों की तरफ़ ले जा सकता है।
- विज्ञान को आगे ले जा सकता है और ऐसी उपयोगी टेक्नोलॉजी को बनाने में मदद कर सकता है जो पहले अस्तित्व में नहीं थी।

यह दृष्टिकोण विज्ञान के लिए नया नहीं है। कुछ सबसे शानदार पथ-प्रवर्तक वैज्ञानिक खोजें वैज्ञानिकों द्वारा अपनी विशेषज्ञता के विशिष्ट कार्यक्षेत्र की सीमाओं से परे जाकर की गई हैं (**चित्र-1** देखिए)। बीसवीं शताब्दी की सबसे महत्त्वपूर्ण खोजों में से एक, डीएनए की संरचना की व्याख्या, को ही ले लीजिए। यह खोज कई भौतिकशास्त्रियों, रसायनशास्त्रियों और जीवविज्ञानशास्त्रियों के योगदान से ही सम्भव हो पाई है। फीबस लेविन एक जीव रसायनशास्त्री थे जिन्होंने सबसे पहले न्यूक्लियोटाइड्स (जो कि फॉस्फेट, नाइट्रोजनी क्षार और कार्बोहाइड्रेट्स से मिलकर बना था) को खोजा, जो एक डीएनए अणु की बुनियाद होते हैं। एक अन्य जीव रसायनशास्त्री इर्विन चारगाफ़ ने खोजा कि 4 न्यूक्लियोटाइड एडेनिन (A), थाइमिन (T), साइटोसिन (C) और ग्वानिन (G) –डीएनए की प्रत्येक लड़ी में एक विशिष्ट रेखीय क्रम में जुड़े होते हैं (जैसे किसी माला में 'मोती' होते हैं)। रसायनशास्त्री रोजलिंड फ्रैंकलिन और भौतिकशास्त्री व आणविक जीवविज्ञानशास्त्री मौरिस विल्किंस ने सबसे पहले डीएनए का स्पष्ट एक्स–रे क्रिस्टालोग्राफ़िक (क्रिस्टल की संरचना का अध्ययन करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक तकनीक) चित्र प्राप्त किया था। डीएनए की त्रिविमीय द्विकुंडलित संरचना की खोज करने और इस सबूत को एक साथ लाने में जीवविज्ञानशास्त्री जेम्स वॉटसन और भौतिकशास्त्री फ्रांसिस क्रिक का संयुक्त योगदान रहा।

कई शैक्षिक शोधकर्ताओं ने स्कूल और कॉलेज स्तर पर विज्ञान-शिक्षा में अन्तर्विषयी दृष्टिकोण को शामिल करने के फ़ायदे बताए हैं। उदाहरण के लिए रेपको (2009) ने इस बात पर ज़ोर दिया कि अन्तर्विषयी शिक्षण विद्यार्थियों की संज्ञानात्मक क्षमता में प्रगति को बढ़ावा देता है।[1] अन्य शैक्षिक शोधकर्ताओं ने इसके कई विशिष्ट शैक्षिक लाभों को बताया है जिसमें विवेचनात्मक सोच में बढ़ावा, अस्पष्टता को लेकर सहनशीलता, पूर्वाग्रहों की पहचान और नैतिक सोच की प्रशंसा कर पाना शामिल हैं।[2, 3]

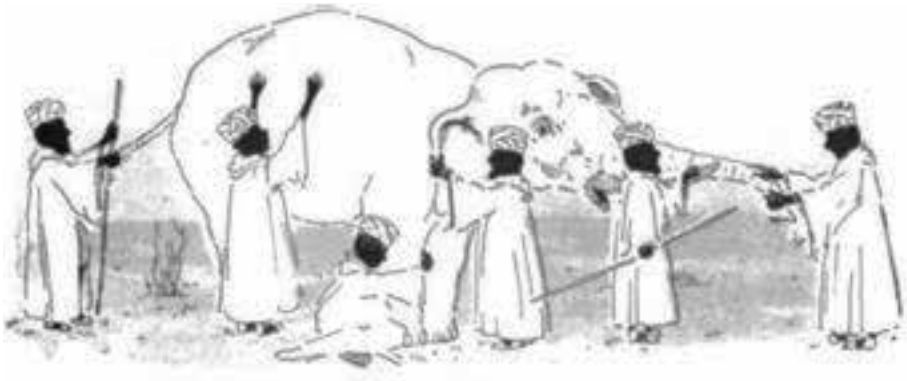
अन्तर्विषयी दृष्टिकोण के कई फ़ायदों के बावजूद भी विज्ञान सीखने और विज्ञान की कार्यप्रणाली में इसका उपयोग करना आमतौर पर एक मुश्किल काम लगता है। यह बड़ी-बड़ी प्रयोगशालाओं में आधुनिक उपकरणों और सुविधाओं के साथ काम करने वाले स्थापित वैज्ञानिकों के लिए सबसे ज़्यादा उपयुक्त मालूम होता है। आइए इस धारणा को चुनौती देने वाले कुछ उदाहरण देखते हैं।

एक सवाल कई परिप्रेक्ष्य

एक प्रसिद्ध दन्तकथा के अनुसार 6 नेत्रहीन व्यक्तियों का सामना एक हाथी से होता है। वे सभी अपनी समझ के अनुसार हाथी के बारे में बताने की कोशिश करते हैं! उनमें से एक हाथी की पूँछ को हाथ लगाता है और कहता है कि हाथी एक रस्सी के जैसा है, दूसरा कान को हाथ लगाता है और कहता है कि यह एक पंखे की तरह है। तीसरा हाथी के पेट को छूता है और कहता है कि हाथी एक दीवार जैसा है, जबकि चौथा व्यक्ति उसकी सूँड को हाथ लगाकर बताता है कि यह एक मोटे साँप जैसा है। पाँचवाँ व्यक्ति हाथी के एक पैर को छूकर कहता है कि यह एक पेड़ के तने जैसा है, जबकि छठा व्यक्ति उसके दाँत को छूकर कहता है कि

चित्र-1 : विचारों को साझा करना और सहयोग करना अन्तर्विषयी शोध की तरफ़ ले जाता है।

Credits: Kartiki Kane. License: CC-BY-NC.



चित्र-2 : छह नेत्रहीन व्यक्ति और हाथी।

Credits: Charles Maurice Stebbins & Mary H. Coolidge, "Golden Treasury Readers: Primer", American Book Co (New York). URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blind_men_and_elephant3.jpg. License: CC BY.

यह जानवर भाले जैसा लगता है। इनमें से कौन-सा विवरण सटीक है इस बहस का हल तब निकला जब उन्हें यह एहसास हुआ कि एक हाथी के 'वास्तविक स्वरूप' को केवल तभी समझा जा सकता है जब हाथी के बारे में उन सभी के अनुभवों और अवलोकनों को मिलाकर देखा जाए (**चित्र-2** देखिए)।

यह दन्तकथा अन्तर्विषयी शोध की ताक़त को उपयुक्त रूप से बताती है। वैज्ञानिक या विज्ञान के विद्यार्थी ज्ञान की एक अकेली शाखा या विषय द्वारा पेश किए जा रहे दृष्टिकोण के ज़रिए किसी जटिल तंत्र, परिघटना या अवधारणा को समझने की उसी प्रकार कोशिश करते हैं जैसे कि कहानी में नेत्रहीन हाथी के एक–एक भाग को 'छूकर' उसके बारे में समझने की कोशिश करते हैं। किसी जटिल तंत्र के विभिन्न पहलुओं के बारे में एकीकृत ज्ञान से हम उस तंत्र की ज़्यादा सटीक और समग्र समझ विकसित कर सकते हैं।

एक जटिल घटना का उदाहरण देखते हैं – प्रकाश संश्लेषण। यह प्रक्रिया पहली बार स्कूल पाठ्यक्रम में कक्षा तीसरी या चौथी में बताई जाती है। विज्ञान के किसी विद्यार्थी को बाद की हर कक्षा में यहाँ तक कि स्नातक या स्नातकोत्तर (विद्यार्थी जिस विषय में विशेषज्ञता हासिल कर रहा हो उसके आधार पर) स्तर तक लगातार, ज़्यादा विस्तार से, इसके बारे में पढ़ाया जाता है। वास्तव में कुछ लोग तो इसे जीवन भर पढ़ते रहते हैं! स्कूल के स्तर पर भी हम इसे कई बिन्दुओं के आधार पर समझ सकते हैं :

- किस प्रकार यह जैविक तंत्रों में ऊर्जा के प्रवाह को सुनिश्चित करता है (रसायनशास्त्र; ऊष्मागतिकी)।
- इस प्रक्रिया में शामिल कोशिकांग, जीन एवं प्रोटीन (जीवविज्ञान)।
- इस प्रक्रिया में शामिल जैव रासायनिक अभिक्रियाएँ (रसायनशास्त्र)।

बॉक्स-1 : कक्षा के लिए अन्तर्विषयी पाठयोजनाएँ

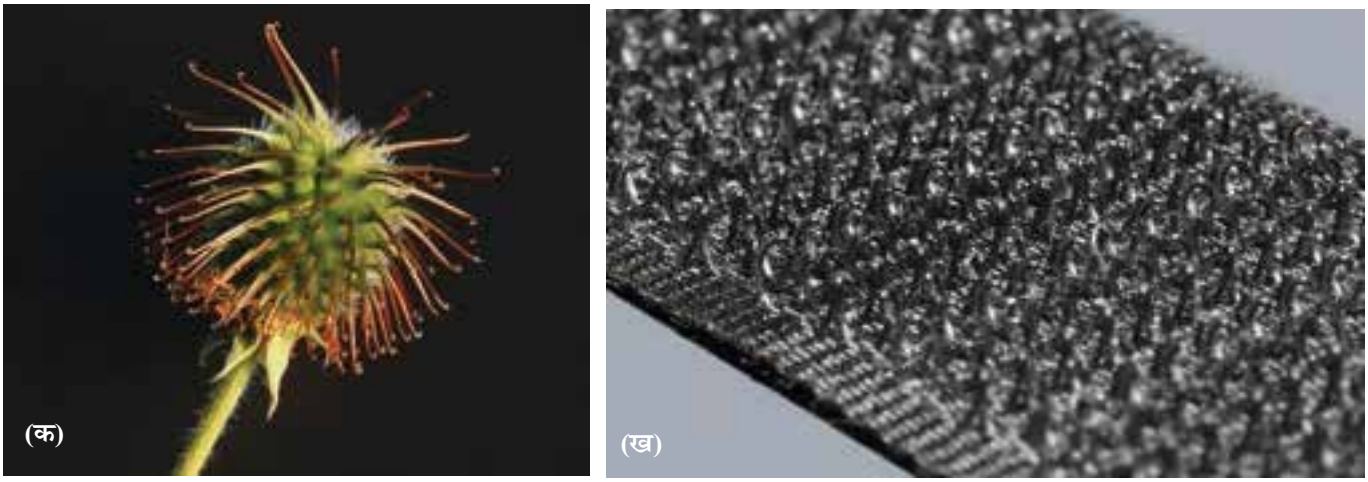
यहाँ कुछ उदाहरण दिए गए हैं जिनमें उपयोगी जीवन-कौशलों के साथ-साथ विभिन्न विषयों के ज्ञान को शामिल करने की कोशिश की गई है–

1. **मेरी थाली में भोजन :** पोषण, कृषि, स्थानीय भोजन की आदतों और अर्थव्यवस्था के बारे में खोज करने में मदद करने के लिए विद्यार्थियों को एक हफ़्ते के लिए स्कूल लंच की योजना डिज़ाइन करने के लिए प्रोत्साहित करें। उनसे कहें कि योजना बनाते समय यह ध्यान रखें कि प्रत्येक भोजन में सभी आवश्यक खाद्य समूह (कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, विटामिन) उचित अनुपात में शामिल हों।
   - स्थानीय रूप से उपलब्ध और मौसमी सब्ज़ियाँ शामिल हों।
   - उचित मात्रा में कैलोरी हो।
   - सभी कच्ची सामग्री और आवश्यक अवयवों को मिलाकर प्रतिदिन प्रति विद्यार्थी 100 रुपए से ज़्यादा की लागत नहीं हो।
2. **ताज़ी हवा :** हवा के बारे में समझ विकसित करने के लिए बच्चों को इन बातों में शामिल करें–
   - भूगोल : पृथ्वी के वायुमण्डल की संरचना, वायु धाराएँ और उनका महत्त्व।
   - रसायनशास्त्र : हवा की संरचना, विशिष्ट वायु प्रदूषक और उनकी भौतिक और रासायनिक प्रकृति और हवा के दबाव के साथ किए जाने वाले प्रयोग।
   - जीवविज्ञान और पर्यावरण विज्ञान : मानव श्वसन तंत्र और यह वायु प्रदूषकों से कैसे प्रभावित होता है।
   - आविष्कार : एक सरल एयर प्यूरीफ़ायर, फिल्टर, पहनने लायक मास्क, एक सरल घरेलू वैक्यूम क्लीनर या एक सड़क साफ़ करने का यंत्र बनाना।
3. **ध्वनि :** ध्वनि तरंगों के बारे में और यह हमारे

रोज़मर्रा के जीवन को कैसे प्रभावित कर सकती हैं इस बारे में गहन समझ विकसित करने के लिए :

- ध्वनि तरंगों की भौतिकी : ध्वनि तरंगें वायु के माध्यम से कैसे संचरित होती हैं; प्रतिध्वनि (Echo) और ओवरटोन (Overtone) एवं ध्वनि के संचरण को प्रभावित करने वाले कारक।
- ध्वनि का जीवविज्ञान : ध्वनि कैसे 'सुनी' जाती है, मानव कान की संरचना, श्रवण तंत्रिकाएँ, और मस्तिष्क के वे क्षेत्र जो ध्वनि को पहचानते हैं; बोलने और सुनने में होने वाली समस्याएँ और मानवों सहित विभिन्न जीवों की श्रव्यता का परिसर (range)।
- ध्वनि का पर्यावरण विज्ञान : सड़कों, स्कूलों, पुस्तकालयों, दफ़्तरों, कारख़ानों, हवाई अड्डों आदि जगहों पर ध्वनियों का सामान्य डेसिबल परिसर। ध्वनि प्रदूषण और मानवों और अन्य जीवों पर इसके प्रभाव और इसे कैसे कम किया जाए या इससे कैसे बचा जाए।
- संगीत : मधुर संगीत और कोलाहल, संगीत (ध्वनियाँ) कैसे हमारी मनोदशा और मस्तिष्क को प्रभावित करता है, वाद्य यंत्रों की सहायता से ध्वनि के पैटर्नों या तरंगों को समझना।
- आविष्कार : मॉडल बनाना (कान की संरचना या एक ध्वनि यंत्र) और सरल वाद्य यंत्रों को बजाना या बनाना।

इन योजनाओं में आप क्या परिवर्तन लाना चाहेंगे? एक पाठयोजना बनाने के लिए आप अन्तर्विषयी दृष्टिकोण का उपयोग किस तरह करेंगे?



चित्र-3 : सूखे हुए बरडॉक फल (क) पर पाए जाने वाले हुक्स ने वेल्क्रो (ख) के आविष्कार को प्रेरित किया।

Credits: (a) Zephyris, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Bur_Macro_BlackBg.jpg. License: CC-BY. (b) Credits: Alexander Klink, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Velcro_Hooks.jpg. License: CC-BY.

- प्रकाश संश्लेषण की अर्थव्यवस्था : किसी पौधे ने प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में कितना निवेश किया है, प्रति पौधे द्वारा प्रति इकाई समय में कितनी प्रकाश ऊर्जा 'निर्धारित' की गई।
- पौधों की पारिस्थितिकी : कैसे प्रकाश की उपलब्धता पौधों के प्रकारों और जहाँ पर वे उगते हैं (उदाहरण के लिए C3 और C4 पौधे) इत्यादि बातों को प्रभावित करती है।

इस तरह विभिन्न उपक्षेत्रों (**बॉक्स-1** देखिए) के हमारे ज्ञान को एकीकृत करके किसी अवधारणा की गहन और समग्र समझ हासिल की जा सकती है।

जटिल समस्याओं का समाधान ढूँढ़ना

एक अन्तर्विषयी दृष्टिकोण न सिर्फ़ रोज़मर्रा के साधारण निर्णयों के लिए, बल्कि ज़्यादा जटिल एवं जीवन के अहम निर्णय लेने में भी उपयोगी होता है।

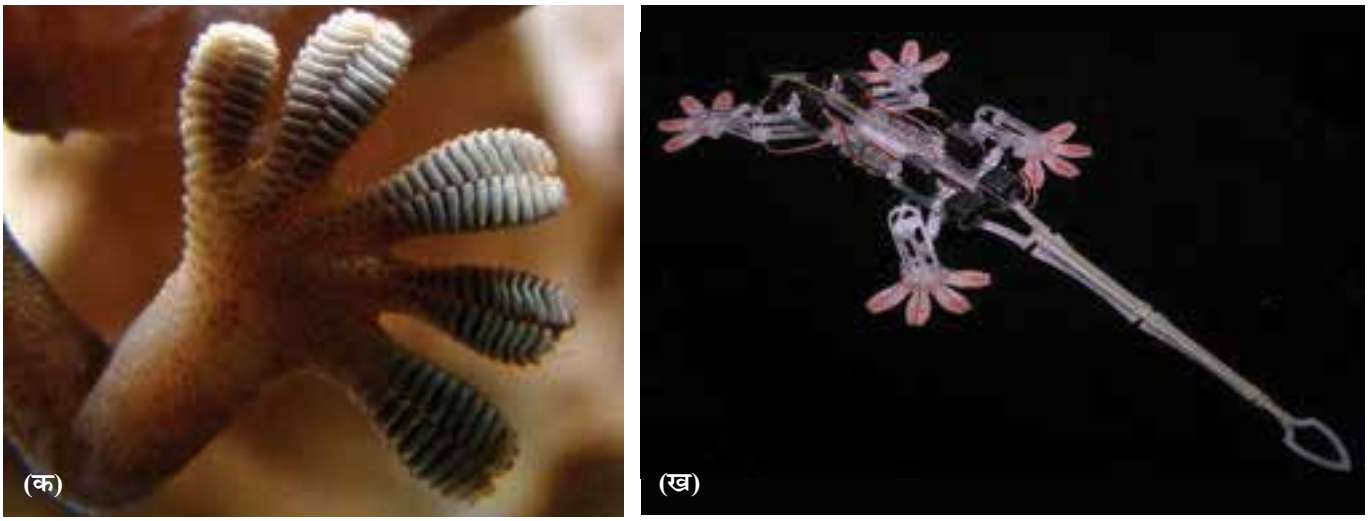
अकसर रोज़मर्रा के साधारण निर्णयों के लिए भी कई विषयों का ज्ञान आवश्यक होता है। उदाहरण के लिए नई कार या बाइक ख़रीदने का फ़ैसला लेने से पहले हम उसके कई पहलुओं के बारे में जानकारी इकट्ठा करते हैं, मसलन :

- इंजन की शक्ति (भौतिकी)
- ईंधन का प्रकार, गाड़ी का माइलेज, सुरक्षा सुविधाएँ और डिज़ाइन (इंजीनियरिंग), और
- अन्य उपलब्ध वाहनों की अपेक्षा उसका दाम, ख़रीदने का हमारा सामर्थ्य आदि (अर्थशास्त्र)

अत्यधिक जटिल निर्णय भी अन्तर्विषयी दृष्टिकोण से लाभान्वित होते हैं। बाँध के निर्माण जैसी किसी बड़े स्तर की परियोजना पर विचार करें। इसके डिज़ाइन के बारे में निर्णय लेने के लिए भूगोल, भूविज्ञान, जलविज्ञान, इंजीनियरिंग, आर्किटेक्चर और अर्थशास्त्र के ज्ञान की आवश्यकता होगी। लोगों और पारिस्थितिकी पर बाँध के प्रभाव का अनुमान लगाने के लिए स्थानीय जैव-विविधता के अध्ययन के साथ-साथ बाँध स्थल पर रहने वाली मानव आबादी की सामाजिक-आर्थिक परिस्थितियों, कृषि और पानी की ज़रूरतों (पर्यावरणीय विज्ञान) का अध्ययन करने की आवश्यकता होगी। एक अन्य उदाहरण में, मलेरिया जैसी बड़े स्तर पर फैलने वाली बीमारी से लड़ने के लिए वैज्ञानिक, डॉक्टर्स, रसायनशास्त्री, प्रशासक, जन स्वास्थ्य कार्यकर्ता और प्रदेश के अधिकारी सभी को मिलकर काम करना होता है। कीटविज्ञानशास्त्री मच्छरों (मलेरिया पैरासाइट के वाहक) के व्यवहार का अध्ययन करते हैं ताकि उन्हें नियंत्रित करने के उपाय किए जा सकें। इस जानकारी के आधार पर जन स्वास्थ्य कार्यकर्ता और राज्य के अधिकारी बीमारी के बारे में जागरूकता बढ़ाने और बीमारी के फैलाव को कम करने के उपायों में मदद करते हैं। परजीवीशास्त्री प्रकोप का कारण बनी प्रजातियों और संक्रमित लोगों पर इसके प्रभावों का निर्धारण करने के लिए परजीवी का अध्ययन करते हैं यह अध्ययन चिकित्सकों को संक्रमण का निदान करने और रसायनशास्त्री और फॉर्मेकोलॉजिस्ट्स के सहयोग से उपचार की ऐसी योजना (जैसे कि दवाइयों के संयोजन) बनाने में मदद करते हैं जो स्थानीय प्रकोप का कारण बनीं प्रजातियों को लक्षित करती है। बड़े स्तर की अन्य जटिल परियोजनाएँ जैसे किसी औद्योगिक विकास की योजना बनाना या अभ्यारणों का सीमांकन करना या वन्यजीवों के लिए संरक्षित क्षेत्र बनाना आदि अन्तर्विषयी दृष्टिकोण के बिना असम्भव है।

नवीन साधन और टेक्नोलॉजी

मनुष्य ने हमेशा प्रकृति से प्रेरित होकर समस्याओं का समाधान किया है, जैसे



चित्र-4 : एमआईटी के सांगबे किम द्वारा विकसित स्टिकीबोट (ख) की प्रेरणा गेको के पैर (क) से मिली।

Credits: (a) Bjørn Christian Tørrissen, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gecko_foot_on_glass.JPG. License: CC-BY-SA. (b) Biomimetics and Dexterous Manipulation Laboratory, Stanford University, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Stickybot.jpg. License: CC-BY-SA.

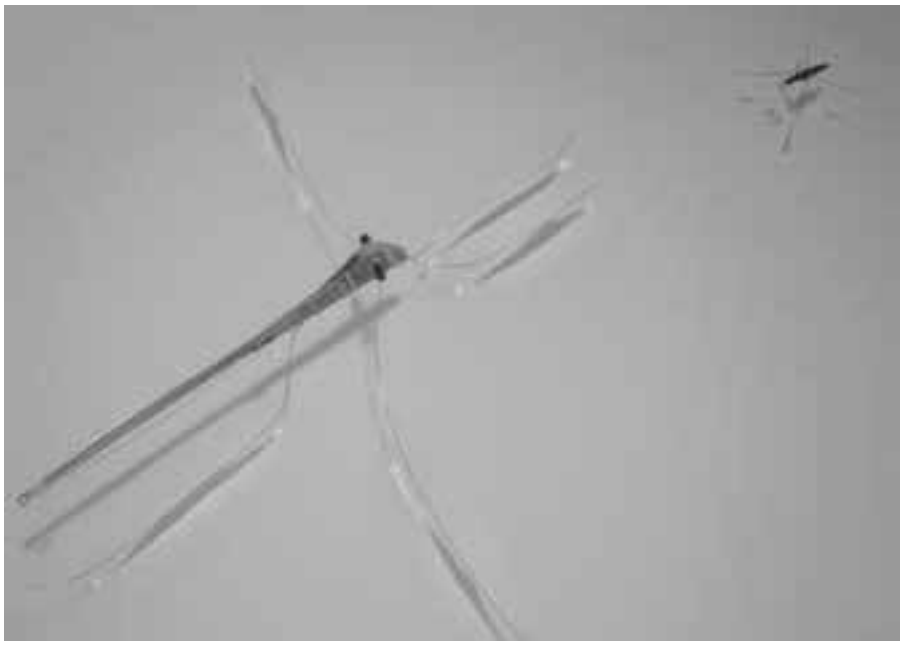
हवा में रास्ता दिखाना, पानी के नीचे रहना, बहुत कम ऑक्सीजन वाले वातावरण में लम्बे समय तक ज़िन्दा रहना इत्यादि। आजकल इस प्रकार के अध्ययनों को 'बायोमिमेटिक्स' के तौर पर वर्गीकृत किया जाता है। यह एक अनुप्रयुक्त क्षेत्र (applied field) है जो प्रकृति से प्रेरित नई टेक्नोलॉजी और उत्पादों के विकास पर केन्द्रित है।

इस प्रकार के नए आविष्कारों के सबसे प्रचलित उदाहरणों में से एक है वेल्क्रो। यह जूते, कपड़ों और घर के सामानों में उपयोग किया जाता है। यह कुछ पौधों के सूखे फलों पर पाए जाने वाले छोटे-छोटे हुक या दाँतों से प्रेरित है (**चित्र-3** देखिए)। यह फल इन हुक या दाँतों का उपयोग वहाँ से गुज़रने वाले मनुष्यों या जानवरों पर चिपकने के लिए करता है। इससे इसके बीज के दूर–दूर तक फैलने की सम्भावना बढ़ जाती है।

गेको (एक छोटी छिपकली जैसा जीव जो घर में दिखने पर अकसर डरा देता है) के पंजों से प्रेरित होकर वैज्ञानिक एक ऐसा रोबोट बना रहे हैं जो कि खड़ी दीवार पर चल सकता है (**चित्र-4** देखिए)। इसी तरह पानी की सतह पर चलने वाली मशीन और रोबोट के डिज़ाइन वॉटर स्ट्राइडर्स (एक प्रकार के कीट) से प्रेरित हैं। इन कीटों को आपने रुके हुए पानी की सतह पर 'स्केट' करते हुए देखा होगा। इनके पैरों में विशिष्ट जलरोधी संरचनाएँ होती हैं जिससे इनके पैर गीले नहीं होते। पानी पर तैरने के लिए यह पृष्ठ तनाव का उपयोग करते हैं (**चित्र-5** देखिए)।

एक अन्य बहुत ही उपयोगी आविष्कार सैनिकों या अन्य ऐसे लोगों के लिए कृत्रिम हाथों और पैरों का निर्माण है, जो किसी हादसे या युद्ध में अपने अंग खो चुके हैं। लगभग प्राकृतिक अंगों की तरह काम करने वाले कृत्रिम अंगों को विकसित करने के लिए उस अंग की जैविक संरचना और कार्य की समझ होना ज़रूरी है। साथ ही अंग के पुनर्निर्माण के लिए उपलब्ध विविध सामग्रियों की जानकारी और उसे काम करने के लायक बनाने के लिए कम्प्यूटर प्रोग्रामिंग और इलेक्ट्रॉनिक्स में विशेषज्ञता (कभी–कभी ब्रेन इमेजिंग) भी ज़रूरी है। नए युग के कृत्रिम अंग कई लोगों के जीवन के लिए वरदान साबित हुए हैं। आजकल वैज्ञानिक जटिल मशीनें, जो 'सीख' सकें और जटिल कार्यों को 'कर' सकें, बनाने के लिए मानव मस्तिष्क में न्यूरोन्स और उनके जालों का अध्ययन भी कर रहे हैं।

सिर्फ़ इतना ही नहीं। कृषि उत्पादन, जल संरक्षण एवं शोधन, हार्वेस्टिंग क्लीन एनर्जी

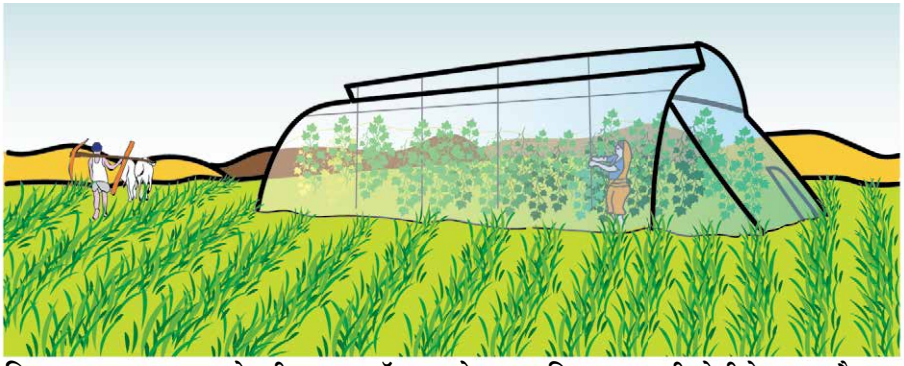


चित्र-5 : हावर्ड विश्वविद्यालय, यूनाइटेड स्टेट एवं सिओल राष्ट्रीय विश्वविद्यालय, साउथ कोरिया के वैज्ञानिकों द्वारा वॉटर स्ट्राइडर (दाईं ओर) से प्रेरित होकर बनाया गया माइक्रो रोबोट (बाईं ओर)।

Credits: David Hu and John Bush, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robostrider_faceoff2.jpg. License: CC-BY-SA.

चित्र-6 : पानी और ज़मीन दोनों पर चलने वाली कम लागत वाली इस साइकिल को द्वारकाप्रसाद चौरसिया और मोहम्मद सैदुल्लाह ने बनाया है। इसके लिए इन्हें नेशनल इनोवेशन फ़ाउण्डेशन द्वारा लाइफ़ टाइम अचीवमेंट अवार्ड दिया गया है।

Credits: Adapted from an image featured on Rediff: https://im.rediff.com/money/2010/aug/03sld4.jpg. License: Public Domain.



चित्र-7 : कम लागत वाले 'ग्रीन हाउस बॉक्स' को भारत की एक कम्पनी खेती ने बनाया है। यह सरल-सी व्यवस्था फ़सलों को ख़राब मौसम और कीटों से बचाती है।

Credits: Adapted from the image from http://www.designindaba.com/sites/default/files/node/news/23415/gallery/greenhouse-box-3.jpg. License: Public Domain.

(Harvesting clean energy) आदि को बेहतर बनाने के लिए रोज़ाना नए समाधान और नई टेक्नोलॉजी विकसित की जा रही हैं। मैं इस बात पर भी प्रकाश डालना चाहूँगी कि 'नई' किन्तु सरल और कम लागत वाली टेक्नोलॉजी जो भारत में बनाई गई हैं, विशेष रूप से गाँवों में बनी हैं। इनमें बिहार में बाढ़ग्रस्त नदी को पार करने के लिए बनाई गई साइकिल-बोट (**चित्र-6** देखिए) और प्राकृतिक रूप से पाई जाने वाली लाल लेटराईट मिट्टी से बनाया गया एक कम लागत वाला पानी का फिल्टर शामिल है। फ़सलों को कीटों और सूखे से बचाने के लिए बनाया गया एक कम लागत वाला 'ग्रीन हाउस बॉक्स' (**चित्र-7** देखिए) और जंगली जानवरों को मानव बस्तियों से दूर रखने के लिए पुणे, महाराष्ट्र के विद्यार्थियों द्वारा बनाई गई फ्लेम टॉर्च ऐसे नवीन आविष्कारों के कुछ अन्य उदाहरण हैं।

यह सभी आविष्कार न सिर्फ़ मनुष्यों की सृजनशीलता की वजह से सम्भव हो पाए हैं, बल्कि समस्या को सुलझाने के लिए अपनाए गए अन्तर्विषयी दृष्टिकोण के परिणामस्वरूप भी ऐसा हो पाया है। इस तरह का एक दृष्टिकोण बच्चों और वयस्कों को समस्या को सुलझाने के लिए विज्ञान के कई विषयों की जानकारी, तकनीकों और विचारों को आज़माने की अनुमति देता है। स्कूल में विज्ञान सीखने-सिखाने के दौरान इस तरह के अवसरों की पेशकश करने से बच्चों को कम उम्र से ही ज्ञान के अलग-अलग क्षेत्रों के बीच सम्बन्ध बनाने में प्रशिक्षित करने में मदद मिल सकती है। नतीजतन हम पृथ्वी पर जीवन और विज्ञान की बेहतरी के लिए शोध और समस्याओं को सुलझाने में अन्तर्विषयी दृष्टिकोण की ताक़त के प्रभाव को महसूस कराने में बेहतर रूप से समर्थ हो सकते हैं।

मुख्य बिन्दु

- शिक्षा या शोध में एक अन्तर्विषयी दृष्टिकोण में दो या अधिक शैक्षिक विषयों के ज्ञान का एकीकरण शामिल होता है।
- कुछ सबसे शानदार और पथ-प्रवर्तक वैज्ञानिक खोजें (उदाहरण के लिए डीएनए की संरचना, वेल्क्रो, रोबोट्स, ग्रीन हाउस बॉक्स, पानी और ज़मीन दोनों पर चलने वाली साइकिल इत्यादि) वैज्ञानिकों द्वारा अपनी विशेषज्ञता के विशिष्ट कार्यक्षेत्रों की सीमाओं से परे जाकर की गई हैं।
- किसी समस्या को सुलझाने के लिए स्कूली विज्ञान के कई विषयों की जानकारी, तकनीकों और विचारों को आज़माने के अवसर देने से बच्चों के दिमाग़ों को कम उम्र से ही ज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों के बीच सम्बन्ध बनाने में प्रशिक्षित करने में मदद मिल सकती है।
- विभिन्न परिप्रेक्ष्यों से किसी एक प्रणाली का अध्ययन करने से हमें उसकी समग्र समझ विकसित करने में मदद मिलती है और यह हमें हटकर सोचने व अनूठे समाधान खोजने के लिए विविध स्रोत्रों को देखने में समर्थ बनाता है। कम उम्र में ही इस दृष्टिकोण के साथ काम करना जटिल समस्याओं को हल करने और आगे चलकर जीवन के निर्णयों को लेने में सहायक होता है।
- इस विधा से विज्ञान सीखने के कई फ़ायदे हैं – जिसमें विवेचनात्मक सोच में बढ़ावा, अस्पष्टता को लेकर सहनशीलता, पूर्वाग्रहों की पहचान और नैतिक सोच की प्रशंसा कर पाना शामिल है।

Note: Image used in the background of the article title – A hook-and-loop Velcro fastener. Credits: Kamran Iftikhar, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hook_and_loop_fastener_-_macro_photograph_of_%22hooks%22.jpg. License: CC-BY-SA.

References:

1. Repko, Allen F. (2009). 'Assessing Interdisciplinary Learning Outcomes'. Working Paper, School of Urban and Public Affairs, University of Texas at Arlington.
2. Kavaloski, V. (1979). 'Interdisciplinary Education and Humanistic Aspiration: A Critical Reflection'. Joseph Kockelmans ed. 'Interdisciplinarity and Higher Education'. University Park, PA: The Pennsylvania State University Press.
3. Field, M., Lee, R., and Field, M.L. (1994). 'Assessing Interdisciplinary Learning.' New Directions in Teaching and Learning, 58: 69-84.

धनश्री परांजपे वर्तमान में आबासाहेब गरवारे कॉलेज, पुणे के जैवविविधता विभाग से जुड़ी हुई हैं। उनके शोध क्षेत्रों में पारिस्थितिकी, उद्विकास एवं जन्तु व्यवहार शामिल है। विज्ञान-संचार व आउटरीच में भी उनकी रुचि है। उनसे dhana4shree@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

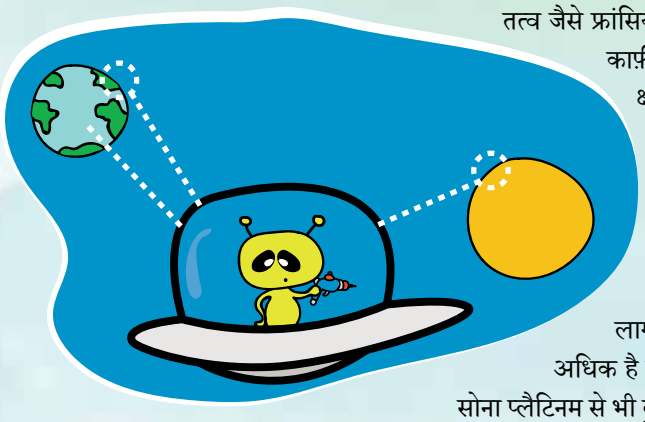
अनुवाद : अर्पिता पाण्डेय **कॉपी एडिटर :** कविता तिवारी

विविध

दुर्लभ एवं प्रचुर मात्रा में पाए जाने वाले तत्व

पृथ्वी पर सबसे प्रचुर मात्रा में पाए जाने वाले तत्व कौन-कौन-से हैं? आश्चर्यजनक रूप से, इस सवाल के कई जवाब हो सकते हैं। पृथ्वी की पर्पटी में सबसे प्रचुर मात्रा में जो तत्व हैं – वह हैं ऑक्सीजन (क्या आपका अन्दाज़ा सही था?), सिलिकॉन, एल्युमिनियम, आयरन, कैल्सियम, सोडियम, पोटैशियम और मैग्नीशियम (घटते क्रम में)। पर सम्पूर्ण रूप में देखा जाए तो, पृथ्वी का निर्माण 32.1% आयरन से, 30.1% ऑक्सीजन से और 15.1% सिलिकॉन आदि से हुआ है। यह अन्तर इसलिए है क्योंकि पृथ्वी के अन्तर्भाग (कोर) और पर्पटी में तत्वों का वितरण अलग-अलग है।

पृथ्वी पर मौजूद सबसे दुर्लभ तत्व के बारे में क्या विचार है? प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले तत्वों में यह दुर्लभ तत्व एस्टैटीन (At) है, जो एक रेडियोसक्रिय हैलोजन है। किसी भी समय पृथ्वी पर इसकी मात्रा केवल 28.35 ग्राम ही होती है। सचमुच यह बहुत छोटी मात्रा है। अन्य रेडियोसक्रिय तत्व जैसे फ्रांसियम, टेक्नीशियम, पोलोनियम, रेडियम, एक्टीनियम और प्रोटैक्टिनियम भी काफ़ी कम मात्रा में पाए जाते हैं। हो सकता है कि मूल भण्डार में रेडियोसक्रिय क्षय के कारण इनकी मात्रा आज के समय में घटकर नगण्य रह गई है। हम यह भी जानते हैं कि कुछ 'बहुमूल्य धातु' काफ़ी दुर्लभ होती हैं। इनके ऊँचे दाम सिर्फ़ इनकी अत्यधिक माँग के अलावा इनकी दुर्लभता की वजह से भी होते हैं। इन दुर्लभ धातुओं में सबसे दुर्लभ धातु इरीडियम है। इसके बाद क्रमश: गोल्ड (सोना), रोडियम, पैलेडियम, फ्लैटिनम और सिल्वर (चाँदी) दुर्लभ धातुएँ हैं। इन दुर्लभ धातुओं के बाज़ार भाव इनके निष्कर्षण की लागत पर भी निर्भर करते हैं। इसलिए, प्लैटिनम का दाम गोल्ड (सोना) से भी अधिक है क्योंकि गोल्ड की अपेक्षा प्लैटिनम का निष्कर्षण ज्यादा कठिन है, जबकि सोना प्लैटिनम से भी दुर्लभ धातु है।



अकसर हम यह मान लेते हैं कि प्रचुर मात्रा में पाए जाने वाले तत्व और दुर्लभ तत्वों से आशय सिर्फ़ पृथ्वी पर पाए जाने वालों तत्वों से ही है। क्या कभी सौर मण्डल के तत्वों पर विचार किया है? आज, हम जानते हैं कि सौर मण्डल में सबसे प्रचुर मात्रा में जो तत्व है, वह है हाइड्रोजन (70.5%), इसके बाद हीलियम (27.5%) और फिर कार्बन (~0.6%)। हाइड्रोजन और हीलियम की अधिकांश मात्रा सूर्य में ही है। हाइड्रोजन ब्रह्माण्ड में भी सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाने वाला तत्व है, जो उसके द्रव्यमान का लगभग 73.9% है। इसके बाद हीलियम (~24%), ऑक्सीजन (~0.1%) और कार्बन (~0.046%) आते हैं। बाक़ी के तत्वों की मौजदूगी लेश मात्र है। ध्यान रहे, तत्वों के वितरण सम्बन्धित इन आँकड़ों में अदृश्य पदार्थ (डार्क मैटर) और अदृश्य ऊर्जा को शामिल नहीं किया गया है। यह वितरण ब्रह्माण्ड में उपस्थित दृश्य पदार्थों से ही सम्बन्धित है।

जयालक्ष्मी अय्यर ने यूनिवर्सिटी ऑफ़ शिकागो, अमेरिका से पीएचडी प्राप्त की है। वे गुजरात नर्मदा वैली फर्टिलाइज़र्स एण्ड केमिकल्स कम्पनी लिमिटेड में बतौर वैज्ञानिक कार्य कर चुकी हैं। वे नर्मदा नगर कम्यूनिटी साइंस सेंटर के विज्ञान प्रसार एवं सम्प्रेषण से सम्बन्धित क्रियाकलापों के साथ जुड़ी हुई हैं। जया से jayayyer@yahoo.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कुमार गन्धर्व मिश्रा **पुनरीक्षण** : सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** कामिनी उपाध्याय