बच्चों के क्रियाकलापों पर ध्यान देना : ध्वनि की खोजबीन

अनीश मोकाशी

परिघटनाओं की दुनिया से बच्चों का क्या रिश्ता है?बच्चे अपने नैसर्गिक और भौतिक पर्यावरण में 'चीज़ों' के साथ कैसे जुड़ते हैं और उन्हें समझते हैं? क्या यह समझ स्कूली विज्ञान शिक्षण और सीखने को प्रभावित कर सकती है?

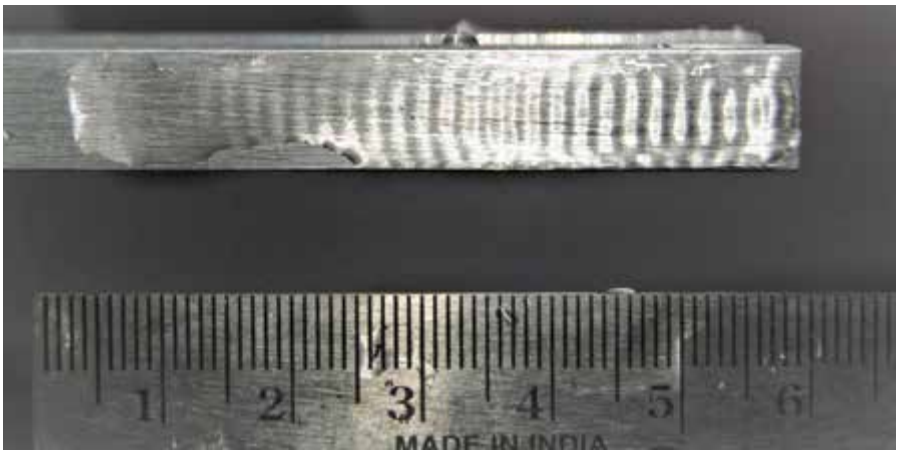
एक मनुष्य के रूप में, हम उन चीज़ों पर अधिक ग़ौर करते हैं जिन्हें देखने की हम अपेक्षा करते हैं। ख़ासकर शिक्षकों के रूप में बच्चों के बारे में हमारे अवलोकन, उनके और उनकी क्षमताओं बारे में हमारी धारणाओं (छवियों) और सिद्धान्तों से प्रभावित होते हैं। विज्ञान सीखने-सिखाने का मेरा अनुभव बताता है कि यदि इस बात पर ध्यान दिया जाए कि बच्चे अपने पर्यावरण में ध्वनि जैसी परिघटनाओं को कैसे समझते हैं तो हम इन धारणाओं के बारे में अधिक जागरूक होंगे और उन पर स्पष्टता से ध्यान दे सकेंगे।

स्कूल में ध्वनि की खोजबीन

मुझे पहली बार विज्ञान शिक्षा में काम करने का मौक़ा कोयम्बतूर के निकट नीलगिरी तलहटी में स्थित आनैकट्टी के विद्या वनम् नाम के एक वैकल्पिक स्कूल में एक विज्ञान शिक्षक के रूप में मिला (**बॉक्स-1** देखें)। विद्या वनम् इरूला जनजाति समुदाय के बच्चों के लिए अँग्रेज़ी माध्यम स्कूल है, जहाँ का माहौल बच्चों और शिक्षकों के बीच मुक्त और खुले संवाद का है। अधिकतर बच्चे अपने परिवार में औपचारिक शिक्षा पाने वाली पहली पीढ़ी के हैं। यहीं मैंने पहली बार जाना कि 8 से 12 साल के बच्चे भौतिक घटनाओं की छानबीन में कितना कुछ जोड़ सकते हैं।

बॉक्स-1 : विज्ञान पढ़ाने और सीखने के लिए मेरा तरीक़ा

एक ताज़ातरीन भौतिकी पीएचडी धारक के रूप में मेरा मानना था कि अनुसन्धानों में विज्ञान जिस तरह किया जाता है और स्कूलों (और विश्वविद्यालयों) में विज्ञान जिस तरह पढ़ाया और सीखा जाता है, इनके बीच की खाई को पाटना है। इसलिए, मुझे विज्ञान शिक्षण और सीखने की दुनिया में क़दम रखना उचित लगा, उसी तरह जिस तरह से कोई नए क्षेत्र में अनुसन्धान शुरू करता है। इसका मतलब था एकदम सिरे से शुरू करना, सवाल पूछना, साथियों से मदद माँगना, मौजूदा साहित्य देखना, कभी-कभी ग़लतियाँ भी करना, कभी-कभी सवालों को बदलना, इस राह में नई चीज़ें सीखना और अपनी राह पर बने रहना। (स्नातक विद्यार्थी के रूप में पढ़ते समय और स्नातक विद्यार्थियों को पढ़ाने के दौरान) मैंने यह भी पाया कि अमरीकी विश्वविद्यालयों में सीखने-सिखाने की संस्कृति की अपेक्षाकृत लोकतांत्रिक प्रकृति से भारतीय सन्दर्भ के लिए कुछ सीखा जा सकता है। इसमें सवाल पूछने और मदद माँगने जैसी प्रथाएँ शामिल हैं— इन दोनों का सम्बन्ध इस विचार से है कि किसी चीज़ के बारे में पता न होना कोई बुरी बात नहीं है; महत्त्व तो सीखने में प्रगति करते रहने का है।



चित्र-1 : कम्पन करते ट्यूनिंग फोर्क की सतह पर बनीं पानी की स्थिर (अप्रगामी) तरंगें।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

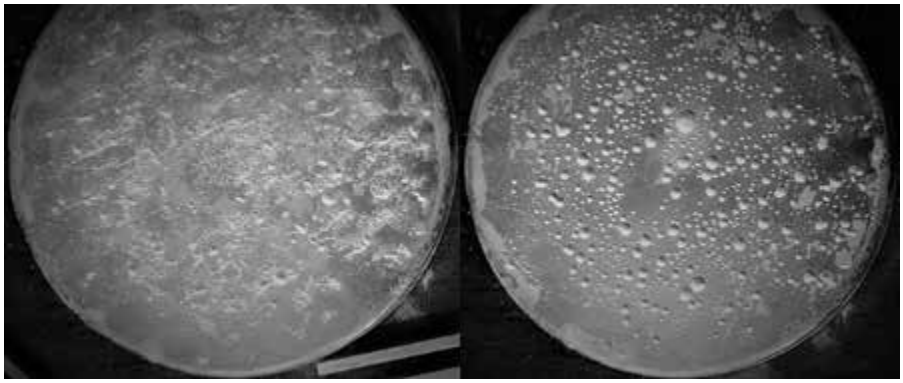
मैंने इस विषय पर बच्चों से चर्चा की शुरुआत अपने आस-पास,जैसे स्कूल या घर में,बजने वाली विभिन्न ध्वनियों को ध्यान से सुनने और काग़ज़ पर इन ध्वनियों का एक नक़्शा (ध्वनि मानचित्र) तैयार करने को कहकर की (देखें **बॉक्स-2**)। बच्चों ने जो ध्वनि मानचित्र तैयार किए, वह काफ़ी सूझ-बूझ से भरे थे। उदाहरण के लिए, एक बच्चे को पक्षियों में काफ़ी दिलचस्पी थी। उसने उन पक्षियों के चित्र भी बनाए जिन्हें वह अपने आस-पास देखता-सुनता था और उन वृक्षों के भी जिन पर वे आमतौर पर बैठते थे। एक अन्य बच्चे ने रात के सन्नाटे में ट्यूब लाइट से आने वाली आवाज़ पर ध्यान दिया। इस अभ्यास के ज़रिए मैंने बच्चों का ध्यान इस तथ्य की ओर दिलाया कि ध्वनि तब उत्पन्न होती है जब कोई चीज़ कम्पन करती है। उदाहरण के लिए, गिटार बजाते समय हम उसके तारों के कम्पन को देख सकते हैं, तबले पर थाप देने पर तबले का कम्पन महसूस कर सकते हैं या बोलते वक़्त अपने गले पर हाथ रखकर स्वर-यंत्र या मांसपेशियों में कम्पन महसूस कर सकते हैं। एक बार जब हम यह समझ गए कि सारी ध्वनियों का ताल्लुक कम्पन से है, तो मैंने बच्चों के सामने यह प्रस्ताव रखा कि ध्वनि और कुछ नहीं बल्कि कम्पन करती वस्तुओं से निकलकर हमारे कानों तक पहुँचने वाला कम्पन है।

इससे हम इस सवाल पर पहुँचे कि यह कम्पन आख़िर हमारे कानों तक पहुँचते कैसे हैं? बच्चे यह कल्पना कर सकें कि ध्वनि हवा में लहरों (तरंगों) में गमन करती है, इसके लिए मैंने उनके सामने एक प्रयोग करके दिखाने का सोचा था — पानी की सतह पर कम्पन करता हुआ एक ट्यूनिंग फोर्क (स्वरित्र) रखने पर पानी में पैदा होती लहरें। यह शैक्षणिक साधन बच्चों को यह समझने में मदद करेगा कि कैसे फोर्क का कम्पन पानी की सतह पर लहरें पैदा कर सकता है जो फोर्क से दूर गमन करती हैं। फिर इसे इस विचार के साथ जोड़ा जा सकता है कि ध्वनि (ठोस रूप में ट्यूनिंग फोर्क की ध्वनि) स्वयं एक तरंग है जो हवा के माध्यम से गमन करती है। लेकिन इसके पहले कि मैं यह प्रदर्शन शुरू कर पाता, बच्चों ने ग़ौर किया कि किस तरह सुबह के सूरज की तिरछी किरणें पानी की सतह से परावर्तित होकर छत पर पहुँच रही हैं। हम कुछ देर रुककर मंत्रमुग्ध होकर देखते रहे कि हमारी उँगलियों से गिरती पानी की छोटी-छोटी बूँदें भी पानी की सतह और छत पर किस तरह तरंगों के विन्यास (पैटर्न) बना रही हैं। इसने बच्चों को तरंगों पर ग़ौर करने और उनका सौन्दर्य देखने का मौक़ा दिया।

इसके बाद मैंने ट्यूनिंग फोर्क वाला पूर्व-नियोजित प्रयोग किया। जब हम सब अपने-अपने अवलोकनों पर चर्चा कर रहे थे कि

बॉक्स-2 : ध्वनियों का मानचित्रण

स्कूल के सन्दर्भ में, हम आस-पास की ध्वनियों का मानचित्र बनाने की गतिविधि को एक अवलोकन अभ्यास या गतिविधि के रूप में देख सकते थे, जिसमें विद्यार्थियों को दिन के अलग-अलग समय में अपने परिवेश की कई अलग-अलग ध्वनियों को तसल्ली से सुनने के लिए वक़्त मिले।[1] उन्हें कई बार आस-पास घूमने के लिए भी प्रोत्साहित किया जा सकता था। वे अपने अवलोकनों को काग़ज़ पर या ब्लैकबोर्ड पर दर्ज कर सकते थे, इसके अलावा ध्वनि के सम्भावित स्थान (स्वयं के सापेक्ष), सम्भावित स्रोत, प्रबलता, अवधि, पिच (तारत्व) आदि का चित्रण भी कर सकते थे।



चित्र-2 : स्टील प्लैट पर ट्यूनिंग फोर्क को छुआने के बाद पाउडर से बने पैर्टन।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

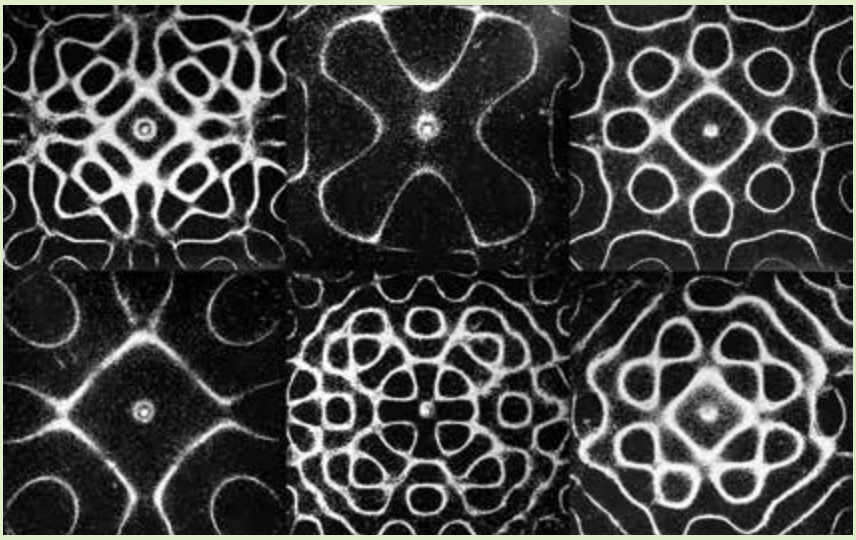
तभी मैंने देखा कि एक विद्यार्थी को कोई और ही चीज़ आकर्षित कर रही थी। वह यह जानना चाह रहा था कि कम्पन करते हुए ट्यूनिंग फोर्क के कारण बाल्टी का पानी कैसे चारों तरफ छपछपाता है। कुछ देर अवलोकन करने के बाद उसने मुझे बुलाया और बोला, "अण्णा, ये देखिए।" वह एक डबरे में थोड़ा झुककर खड़ा हुआ था। उसने ट्यूनिंग फोर्क में उसी तरह कम्पन पैदा किया जैसे मैंने प्रदर्शन के वक़्त दिखाया था, लेकिन उसने ट्यूनिंग फोर्क को पानी की सतह से छुआने की बजाय उसके ऊपर पानी डाला। कम्पित ट्यूनिंग फोर्क पर पानी की स्थिर (अप्रगामी) तरंगों के बनते पैटर्न को देखकर मैं भौंचक्का रह गया (**चित्र-1** देखें)[2]। उसने पूछा, "क्या ये भी तरंगें (लहरें) हैं?" चूँकि मुझे इस सवाल की अपेक्षा नहीं थी, मुझे यह पहचानने में थोड़ा समय लगा कि ये गुरुत्वाकर्षण-केशिका तरंगें थीं, जो गुरुत्वाकर्षण और पृष्ठ-तनाव दोनों के कारण बनती हैं। मैंने उसकी इस दिलचस्प 'खोज' को सराहा और बाक़ी बच्चों के साथ इसे साझा करने में उसकी मदद की।

कुछ दिनों बाद, मैंने इस पर सोचा कि क्या कोई ऐसा तरीक़ा हो सकता जिससे हम ध्वनि को देख सकें? हम कक्षा में यह चर्चा करते रहे थे कि हमें ध्वनि तरंगें शायद इसलिए नहीं दिखती हैं क्योंकि हवा पारदर्शी है। कुछ आज़माइशी प्रतिक्रियाओं के बाद एक बच्चे को एक अद्भुत बात सूझी (उसका यूरेका क्षण!) और उसने चिल्लाकर कहा, "अण्णा, पाउडर! पाउडर!" हमने थोड़ा टैल्कम पाउडर मँगाया, एक स्टील प्लेट ली और उसे उलटाकर उस पर पाउडर फैलाया और कम्पन करते हुए ट्यूनिंग फोर्क को प्लेट के किनारे से छुआया (**चित्र-2** देखें)। ऐसा करने से प्लेट की सतह पर पाउडर की छोटी-छोटी ढेरियाँ बन गईं। एक अन्य बच्चे ने ग़ौर किया और कहा, "यह तो एक तितली जैसा दिखता है।" इससे मुझे क्लाडनी चित्रों की याद आ गई (देखें **बॉक्स-3**)।

इसके बाद कुछ दिन बाद एक विद्यार्थी ने इस विचार को कुछ और आगे बढ़ाया। उसने कम्पनों को देखने के लिए कम्पन करते हुए एक ट्यूनिंग फोर्क की सपाट सतह पर टैल्कम पाउडर छिड़का। पाउडर छोटी ढेरियों की एक सीधी पंक्ति में जम गया और प्रत्येक ढेरी के अन्दर घूमता हुआ दिखा (**चित्र-3** देखें)। इस घटना के कुछ वर्षों बाद मैंने पाया कि माइकल फैराडे ने इसी

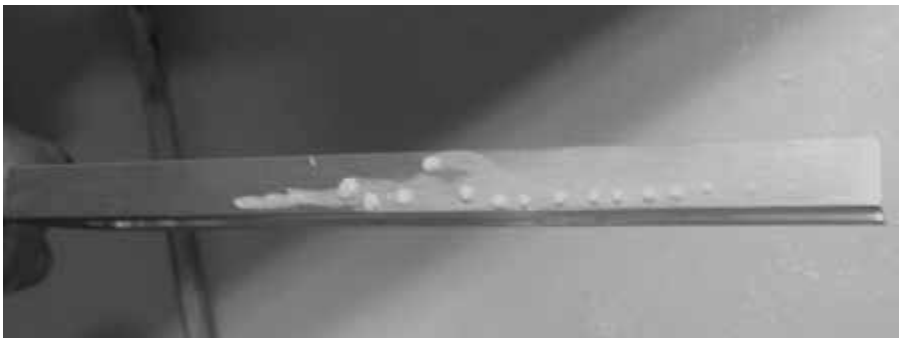
बॉक्स-3 : क्लाडनी संरचनाएँ क्या हैं?

18वीं शताब्दी में जर्मन वैज्ञानिक अर्न्स्ट क्लाडनी के नाम पर पड़ी ये आकृतियाँ कम्पन करती प्लेट, झिल्ली या शीट की सतह पर पाउडर जैसे या दानेदार पदार्थ द्वारा बनाए गए पैटर्न हैं। प्लेट के कम्पन करते भागों पर स्थिर (अप्रगामी) तरंगें बनती हैं और पाउडर उन जगहों पर इकट्ठा होता है जहाँ प्लेट कम्पन नहीं कर रही होती है (इसे नोड्स या नोडल क्षेत्र कहा जाता है)। जिस कम्पन आवृत्ति पर ऐसा होता है, वह प्लेट की अनुनाद या प्राकृतिक आवृत्तियों में से एक आवृति होती है, जो प्लेट की आकृति (जैसे गोलाकार, आयताकार आदि), इसकी मोटाई और जिस सामग्री से वह बनी होती है, उस पर निर्भर करती है।[3]



विभिन्न आवृत्तियों पर कम्पन करती प्लेट पर पाउडर या रेत से बनीं क्लाडनी संरचनाएँ ।

Credits: Chris Smith. URL: https://www.flickr.com/photos/cjsmithphotography/8800645088/. License: CC-BY-NC-SA 2.0.



चित्र-3 : ट्यूनिंग फोर्क की सपाट सतह पर बनीं पाउडर की छोटी ढेरियाँ।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

बॉक्स-4 : प्रोटोसाइंस (पूर्व-विज्ञान) से हमारा क्या तात्पर्य है?

'प्रोटोसाइंस' शब्द का प्रयोग विज्ञान को उसकी निर्माण अवस्था व्यक्त करने के लिए किया जाता है। इसमें ऐसी प्रक्रियाओं द्वारा प्राकृतिक घटनाओं की पड़ताल शामिल है जो औपचारिक प्रक्रिया की तरह तो शुरू नहीं हुई थीं लेकिन धीरे-धीरे औपचारिक प्रक्रिया में विकसित हुईं, जिसे हम आज विज्ञान के साथ जोड़ते हैं। इन प्रक्रियाओं में परिघटनाओं का सावधानीपूर्वक अवलोकन करना, प्रयोग करना, मापना या चीज़ों का वर्णन करने के लिए गणित का उपयोग करना शामिल था। यह विज्ञान शिक्षा में प्रासंगिक क्यों है? बच्चों और कई वयस्कों की आजकल की कई सहज धारणाएँ किसी समय (इतिहास में) व्यापक रूप से मान्य व्याख्याएँ थीं। बच्चों के प्रयासों और विज्ञान के इतिहास के शुरुआती विचारकों के कार्यों और विचारों के बीच ऐसे सम्बन्धों को पहचानने से कक्षा में विज्ञान सीखने के कार्य में विज्ञान की प्रक्रिया का रंग लाने में मदद मिल सकती है।

परिघटना का ज़िक्र वर्ष 1859 की अपनी पुस्तक *एकस्पेरिमेंटल रिसर्च इन केमिस्ट्री एंड फिजिक्स* में किया था। फैराडे ने इसका विवरण इस तरह दिया था, *"यदि एक ट्यूनिंग फोर्क को कम्पित किया जाए और उसे आड़ा (क्षैतिज) पकड़ा जाए, ताकि उसकी एक भुजा की चौड़ी सतह ऊपर की ओर रहे और उस पर थोड़ा लायकोपोडियम पाउडर छिड़का जाए, तो मध्य में पाउडर का एक बादल और कम्पन करते स्टील-दण्ड के मध्य में एक पंक्ति में बनी ढेरियों की जमावट को सुन्दरता से देखा जा सकता है।"* यह परिघटना क्लाडनी संरचनाओं और कम्पन करते ट्यूनिंग फोर्क की सतह के पास शुरू हुई प्रेरित वायु धाराओं के प्रवाह से सम्बन्धित है। यह ध्वनिक धारा (एकूस्टिक स्ट्रीमिंग) और इंटरफेशियल साइंस (सतहों के सम्पर्क पर चलने वाली अन्तर्क्रियाओं) में शोध का एक सक्रिय क्षेत्र है। आगे, बच्चों ने यह भी पाया कि यदि हम ट्यूनिंग फॉर्क को थोड़ा-सा झुकाते हैं तो पाउडर की ढेरियाँ गुरुत्वाकर्षण के विपरीत ऊपर की ओर सरकने लगती हैं।[4] चूँकि मुझे वैज्ञानिक साहित्य में इस परिघटना का ज़िक्र नहीं मिला है, अत: इसे एक नवीन अवलोकन माना जा सकता है।

बॉक्स-5 : सीखने को दृश्यमान बनाने' से हमारा क्या तात्पर्य है?

उत्तरी इटली में रेजियो एमिलिया के म्यूनिसिपल प्री-स्कूल की शैक्षिक प्रथाओं और तरीक़ों को देखें तो इसमें बच्चों, उनके पालकों और शिक्षकों के बीच बच्चों के'सीखने को दृश्यमान बनाने के लिए'उनके काम का दस्तावेज़ीकरण और उसका प्रदर्शन करना शामिल है। इस दस्तावेज़ीकरण का उपयोग सीखने-सिखाने में सुधार में, बच्चों के काम को आगे बढ़ाने में और स्कूल में छोटे समूहों में शिक्षक के निरन्तर पेशेवर विकास करने में शैक्षणिक चिन्तन का एक सहयोगात्मक संवाद करने के लिए किया जाता है। इसके साथ कुछ अन्य दार्शनिक दृष्टिकोण और शैक्षणिक मत हैं जो मिडिल स्कूल स्तर पर विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लिए अनुकूल हो सकते हैं — 'बच्चों की सौ भाषाएँ', 'सुनने का शिक्षाशास्त्र', साथ-ही-साथ बच्चों का अवलोकन करने की प्रथा।[7]

घर में भी ध्वनि की खोजबीन

क्या ध्वनि सम्बन्धी ऐसी खोजबीन केवल किसी वयस्क द्वारा नियोजित गतिविधियों के दौरान ही होती है? इस सवाल के जवाब में मैं अपनी बेटी द्वारा ध्वनि की स्वतःस्फूर्तया अनियोजित खोज के भी कुछ उदाहरण साझा करना चाहूँगा जिन्हें मैं आसानी से देख पाया।

मेरी बेटी (जो उस समय तीन वर्ष से थोड़ी बड़ी थी) गुब्बारा पकड़े हुए ज़ोर-ज़ोर से एक धुन गुनगुना रही थी। अचानक उसने गुब्बारा मेरे हाथ में थमा दिया, अपना चेहरा गुब्बारे के पास लाई और उत्साह के साथ फिर से गुनगुनाने लगी। मैं महसूस कर सकता था कि मेरे हाथ में पकड़ा गुब्बारा कम्पन कर रहा है। यह कम्पन क्या हवा के झोंके के कारण हो रहा है, इस सम्भावना को जाँचने के लिए मैंने बिटिया को मुँह और गुब्बारे के बीच एक काग़ज़ रखने को कहा। मैं अब भी गुब्बारे का कम्पन महसूस कर सकता था, जिसका मतलब था कि यह उसके गुनगुनाने की आवाज़ के कारण ही हो रहा था। उसी वर्ष आगे चलकर, मैंने इस अनुभव का उपयोग टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ सोशल साइंस (TISS), मुम्बई में कनेक्टेड लर्निंग इनिशिएटिव (CLIx) के तहत हाई स्कूल के विद्यार्थियों के लिए बनाए जा रहे एक मिश्रित शिक्षण मॉड्यूल के लिए एक गतिविधि डिज़ाइन करने में किया। इस गतिविधि का उपयोग ध्वनि और उसके प्रसार का पता लगाने के लिए विद्यार्थियों

बॉक्स-6 : क्या आप जानते हैं?

यह सुनिश्चित करने के लिए कि सीखना सिर्फ़ परिकल्पित स्तर तक सीमित न रह जाए फ़िनलैंड ने परिघटना-आधारित सीखने का तरीक़ा अपनाया है; विद्यार्थी इसे अपनी वास्तविक दुनिया के सन्दर्भों से जोड़ पाते हैं। यह तरीक़ा विद्यार्थियों को ज्ञान के किसी भी क्षेत्र में आन्तरिक सुसंगति और विभिन्न क्षेत्रों के बीच अन्तर्सम्बन्धों की सराहना करने में भी मदद करता है, जिन्हें स्कूल में अलग-अलग विषयों में बाँट दिया जाता है।

को प्रोत्साहित करने में किया जा सकता है (देखें **वर्कशीट : कम्पन करता गुब्बारा**)।[5]

मेरी बेटी ने हाल ही में एक और ऐसा अवलोकन मेरे साथ साझा किया। वह एक प्याले पर गुब्बारे की रबर को तानकर बनाए गए तबले के साथ खेल रही थी। उसने मुझे दिखाया कि जब वह रबर के पर्दे पर एक ख़ास तरह से फूँकती है तो एक गूँजती हुई ध्वनि पैदा होती है।[6] ऐसा इसलिए हुआ होगा क्योंकि पर्दे की थरथराहट की आवृत्ति तबले की गुहा/प्याले की किसी अनुनाद आवृत्ति या नैसर्गिक आवृत्ति में से किसी एक से मेल खाती होगी।

बच्चों की गतिविधियाँ ध्यान से देखना

बच्चों द्वारा ग़ैर-मामूली चीज़ों को खोज निकालने के इन अनुभवों के बाद, मैंने बच्चों की परिघटनाओं की जाँच-पड़ताल को और अधिक ध्यान से देखना शुरू किया। मैं यह भी सोचने लगा कि शायद मैं बच्चों की क्षमताओं को कम आँकता रहा हूँ और ऐसी अन्य खोजबीनों को नज़रअन्दाज़ करता रहा हूँ जो ऐन मेरी आँखों के सामने हो रही हैं। कहने का मतलब यह नहीं है कि एक शिक्षक के रूप में हम बच्चों और उनकी क्षमताओं की तारीफ़ों के पुल बाँध दें, बल्कि मेरा ज़ोर सिर्फ़ इस पर है कि बच्चे क्या हैं यह पहचानने की ज़रूरत है। हो सकता है कि बच्चे किसी परिघटना के गणितीय रूप से अमूर्त और जटिल सैद्धान्तिक पहलुओं को नहीं समझ नहीं पाते हों, लेकिन उसकी खोजबीन करना और बारीक़ियाँ समझना उन्हें आसानी से आता है।

हम स्कूल में विज्ञान के रूप में जो पढ़ाते हैं वह एक सामाजिक प्रक्रिया का परिणाम है — लोगों का भौतिक और प्राकृतिक घटनाओं के बारे में कौतूहल; रचनात्मक तरीक़ों से उनकी खोजबीन करना; दूसरों से विचार लेना, विचारों का आदान-प्रदान करना और विचारों पर बहस करना; नए प्रयोगों के मद्देनज़र परिकल्पनाओं, अवधारणाओं और सिद्धान्तों पर विचार और पुनर्विचार करना। यह स्वीकार करके कि बच्चों में भी इन्हीं गुणों के बीज होते हैं, हमें विद्यार्थियों को सिद्धान्तों और अवधारणाओं के साथ गहराई से जोड़ने के अवसर मिल सकते हैं। विज्ञान सीखने को एक तरह के पूर्व-विज्ञान करने से जोड़कर हम बच्चों की भौतिक घटनाओं की रचनात्मक पड़ताल और व्याख्या करने की क्षमताओं को बढ़ा सकते हैं (**बॉक्स-4** देखें)। यह विद्यार्थियों को विज्ञान के साथ एक निजी सम्बन्ध बनाने और इसकी प्रक्रिया को अपनी प्रक्रिया बनाने में मदद कर सकता है। जिस तरह कोई एक अच्छी कविता की सराहना करता है, उसी तरह वह किसी परिघटना के साथ एक भावात्मक सम्बन्ध भी महसूस कर सकता है, बशर्ते कि उसने उसका सौन्दर्ययुक्त अनुभव किया हो। यह विचार भी आता है कि क्या किसी परिघटना से लगाव विज्ञान पढ़ना जारी रखने का पर्याप्त कारण बन जाएगा?

इसके अलावा, यह राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (2005) विज्ञान शिक्षण पर फोकस समूह की दो महत्त्वपूर्ण सिफ़ारिशों पर काम करने का एक तरीक़ा दे सकता है। इन सिफ़ारिशों में से एक है 'विज्ञान में रचनात्मकता और आविष्कारशीलता को प्रोत्साहित करना'। दूसरी है मिडिल स्कूल स्तर तक बच्चों को परिघटनाओं से परिचित कराने में मदद करना (और हाई स्कूल में इनसे सम्बन्धित अमूर्त अवधारणाओं और सिद्धान्तों पर काम करना)। यह पहचान कर कि विभिन्न बच्चे किस तरह की चीज़ों से जुड़ते हैं, हमें इन लक्ष्यों को हासिल करने के कई सम्भावित तरीक़े सोचने में मदद मिल सकती है। हो सकता है कि हमें यह भी पता चले कि इनमें से कुछ चीज़ों में बच्चे पहले से ही काफ़ी अच्छे होंगे, तो हमें बस इतना करना है कि इस तरह की प्रक्रियाओं को आगे बढ़ाना ताकि 'सीखना दिखने लगे' (**बॉक्स-5** देखें)।

और अन्त में, जब बच्चे भौतिक-प्राकृतिक विश्व के साथ काम करें, तो इस तरह की सम्भावनाओं के प्रति जागरूकता और खुलेपन का महत्त्व स्कूल में और स्कूल के बाहर विद्यार्थियों और उनके प्रयासों को सम्मान देने की बुनियाद तैयार करने में भी है। यह हमें विज्ञान को एक रचनात्मक और सामाजिक उद्यम के रूप में पेश करने का अवसर प्रदान कर सकता है और यथासम्भव बच्चों को इस प्रयास में भाग लेने के लिए आमंत्रित कर सकता है। यह हमें कक्षा में विज्ञान को लेकर एक अधिक लोकतांत्रिक विमर्श की ओर बढ़ने में मदद कर सकता है। इस तरह, इन पहलुओं पर ध्यान देने से हमें सम्भवतःस्कूली विज्ञान सीखने-सिखाने के बेहतर अनुभव देने में मदद मिले (**बॉक्स-6** देखें)।

चलते-चलते

वर्ष 2005 में लिखे गए एक लेख में प्रोफ़ेसर यशपाल ने बच्चों से प्रेरित शिक्षा प्रणाली की दिशा में काम करने का आह्वान किया था।[8] संयोग से, राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (2005) में उनकी प्रस्तावना का यह अंश निष्कर्ष के लिए अच्छा है: *"चूँकि बच्चे आमतौर पर बड़ों की तुलना में अधिक अनुभव और अवलोकन करते हैं, ज्ञान निर्माता के रूप में उनकी सम्भावित भूमिका की सराहना की जानी चाहिए। व्यक्तिगत अनुभव के आधार पर मैं यक़ीन के साथ कह सकता हूँ कि मेरी सीमित समझ का अधिकांश हिस्सा बच्चों के साथ मेरी अन्तर्क्रिया का परिणाम है।"*

मुख्य बिन्दु

- बच्चे भौतिक-प्राकृतिक परिघटनाओं के सूक्ष्म विवरण और बारीक़ियों पर गौर करते हैं; कभी-कभी वे ऐसी नई चीज़ें देख पाते हैं जो शिक्षकों ने पहले नहीं देखी होती।
- परिघटनाओं का अवलोकन करते समय बच्चे क्या करते हैं (और कहते हैं) इस पर बारीक़ी से ध्यान देने से उनके आस-पास की दुनिया के साथ उनके जुड़ाव के दिलचस्प पहलू और चीज़ों समझने के तरीक़े पता चलते हैं।
- परिघटनाओं को समझने के बच्चों के कौशल को जानकर और उनके काम का दस्तावेज़ीकरण करने से हमें मिडिल स्कूल स्तर का विज्ञान पढ़ाने के रचनात्मक तरीक़ों के बारे में सोचने में मदद मिल सकती है।
- इस तरह के प्रयास भौतिकी जैसे विषय का व्यक्तिकरण करने में भी मदद कर सकते हैं, जो कई विद्यार्थियों को कठिन लगता है।

आभार: चित्र-1 और 3 में तस्वीरें खींचने में सहयोग के लिए मैं आईआईएससी में अपने पूर्व सहयोगी *श्रीमुरुगन वी* को धन्यवाद देता हूँ। मैं क्लिक्स (CLIx) टीम के मेरे साथियों *हनी सिंह* और *दिनेश कुमार वर्मा* के योगदान का भी आभारी हूँ, जिनके साथ मैंने ध्वनि पर टिस (TISS) मॉड्यूल विकसित किया था। अन्त में, मैं इस लेख के पहले के मसौदे को बेहतर बनाने के लिए समीक्षकों द्वारा दी गई उनकी विस्तृत प्रतिक्रिया और सुझावों के लिए धन्यवाद देता हूँ।

Notes:

1. An article describing some of these experiences of witnessing children exploring phenomena has previously appeared in Sandarbh in Nov-Dec 2014. URL: https://www.eklavya.in/pdfs/Sandarbh/Sandarbh_95/23-36_Science_With_Children.pdf.
2. Source of the image used in the background of the article title: Child playing drums. Credits: Junuka Deshpande. License: CC-BY-NC.

Additional references:

1. Read more about how to design an activity to encourage children to create soundscapes here: https://www.nationalgeographic.org/activity/soundscape/.
2. Watch a short video clip of standing waves forming on water on the surface of a vibrating tuning fork here: https://www.youtube.com/watch?v=0UbH9nhjhR8.
3. Read more about Chladni figures in this post from the Scientific American: https://blogs.scientificamerican.com/but-seriously/chladni-figures-amazing-resonance-experiment/.
4. Watch a short video of the mounds of powder moving up the incline against gravity here: https://www.youtube.com/watch?v=nOLmc0pUesY.
5. Find an activity to explore sound and its propagation using a balloon here: https://clixplatform.tiss.edu/sound/course/activity_player/59b7e5272c4796015b350c69/59b7e5312c4796015b350d0c/. You could browse the entire module for other ways of teaching concepts related to sound. Links to download a student workbook and a teacher handbook can also be found on this online platform.
6. Watch a short video clip of how blowing air on the drum produces a resonating sound here: https://www.youtube.com/watch?v=cWd3SpSubUc.
7. Read more about the philosophical approach, pedagogical ideas, and educational practices from Reggio Emilia here: The Hundred Languages of Children: the Reggio Emilia experience in transformation. Carolyn Edwards, Lella Gandini and George Forman (editors), Praeger, Santa Barbara, California, 2012.
8. Read the complete article by Prof. Yash Pal here: For a child-inspired education system, The Hindu, September 6, 2005. URL: https://www.thehindu.com/todays-paper/tp-national/for-a-child-inspired-education-system/article27462698.ece.

अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। उन्हें प्रायोगिक भौतिकी और विज्ञान शिक्षा में काम का अनुभव है। अनीश ने इससे पहले भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc) बेंगलूरु में स्नातक विद्यार्थियों को पढ़ाया है; विज्ञान अध्यापक शिक्षा पर एकलव्य, भोपाल के साथ काम किया; और पूर्णा लर्निंग सेंटर, बेंगलूरु में अध्यापन किया है। उनकी रुचियाँ विज्ञान शिक्षा के सन्दर्भ में **करने** और **सोचने** को जोड़ने में, विद्यार्थियों के विचारों और अर्थ-निर्माण में, सीखने-सिखाने की संस्कृतियों में और विज्ञान के इतिहास में है।

अनुवाद : प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

विज्ञान शिक्षक काम पर

गतिविधि शीट : कम्पन करता गुब्बारा

अपने दोस्त के चेहरे के सामने एक गुब्बारा रखें और उसे तेज़ी से ऊऊऊऊउउउउउ... की आवाज़ निकालने को कहें।

सवाल : क्या हुआ?

सवाल : तुम्हें क्या लगता है ऐसा क्यों हुआ?

सवाल : क्या ऐसा तुम्हारे दोस्त के मुँह से निकलने वाली हवा के कारण हुआ?

अब हवा रोकने के लिए अपने दोस्त के मुँह और गुब्बारे के बीच एक काग़ज़ रखो। अब फिर से अपने दोस्त से आवाज़ निकालने को कहो।

सवाल : क्या तुम्हें अभी भी कम्पन महसूस हुआ?

अपने दोस्त से दो क़दम दूर जाओ। और अब फिर से दोस्त को आवाज़ निकालने को कहो।

सवाल : क्या गुब्बारे में अब भी कम्पन हुआ?

सवाल : क्या तुम गुब्बारे के साथ इस गतिविधि या ध्वनि से जुड़ा कुछ और करके देखना चाहते हो?

Note: This activity was first published here: https://clixplatform.tiss.edu/sound/course/activity_player/59b7e5272c4796015b350c69/59b7e5312c4796015b350d0c/. This copy is shared here with the permission of the author.

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। **अनुवाद :** प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Azim Premji University

विज्ञान शिक्षक काम पर

गतिविधि शीट :
कम्पन करता गुब्बारा

1. यह गतिविधि मूल रूप से हाई स्कूल के बच्चों के लिए विकसित की गई है।
2. इस गतिविधि को करने के लिए एक पूरे पीरियड की आवश्यकता होगी।
3. चूँकि इस गतिविधि में ज़ोर से चिल्लाना पड़ेगा, इसलिए सुझाव है कि यह गतिविधि बाहर या ऐसी जगह पर की जाए जहाँ शोर-शराबे से अन्य कक्षाओं में खलल न पड़े।
4. इस गतिविधि के बाद की चर्चाओं को कुछ दिशा देने की ज़रूरत होगी। इसमें कोई सहयोगी होने से मदद मिलेगी।
5. दो-दो की जोड़ी में बच्चों के समूह बनाएँ और हर समूह को गुब्बारा और काग़ज़ दें।
6. सुझाव है कि एक बार में एक निर्देश दें या एक सवाल पूछें : एक कार्य को ख़त्म कर लेने के बाद ही अगले पर जाएँ। निर्देशों या सवालों को ब्लैकबोर्ड पर भी लिखा जा सकता है या पर्चियों में लिखकर भी दिया जा सकता है।
7. हर समूह को सवालों के अपने जवाब दर्ज करने के लिए प्रोत्साहित करें। यह स्पष्ट करें कि यह गतिविधि कोई सही जवाब सुनने के लिए नहीं की जा रही है बल्कि यह उनके सोचने, चर्चा करने और विचारों को दर्ज करने के लिए है।
8. दो-दो की जोड़ी वाले हर समूह की गतिविधि पूरी हो जाने पर इनमें से कुछ समूहों को मिलाकर कुछ बड़े समूह बनाए जा सकते हैं, इस तरह कि लगभग 6-8 ग्रुप रहें। हर समूह को 15 मिनट चर्चा के लिए दिए जा सकते हैं। समूह में वे अपने अनुभवों को पढ़कर सुना सकते हैं और साथ ही ऐसे कोई अवलोकन या आईडिया भी बता सकते हैं जो वे लिख न पाए हों। बच्चों को एक-दूसरे के जवाबों/प्रतिक्रियाओं के अर्थ को स्पष्ट करने को कहें। 15 मिनट पूरे होने को बाद हर समूह को अपने समूह में हुई चर्चा का सार प्रस्तुत करने को कहें।
9. हर समूह के प्रस्तुतीकरण के कुछ दिलचस्प बिन्दु और सवाल ब्लैकबोर्ड पर लिखें। इन बिन्दुओं को कक्षा में आगे चर्चा के लिए उपयोग किया जा सकता है।
10. कुछ समूहों ने गतिविधि को अलग-अलग तरह से भी करके देखा होगा (चर्चा के समय आपको ध्यान देना होगा) या प्रयोग को आगे बढ़ाने के कुछ विचार उनके पास होंगे। उन्हें भी साझा करने को कहें।
11. कुछ विद्यार्थियों को गतिविधि और चर्चा से उभरे कुछ मुख्य बिन्दु साझा करने के लिए कहें। हो सकता है कि इस बिन्दु पर कुछ सवालों के जवाब या गतिविधि में कुछ नया करने के विचार उतने स्पष्ट न हों। इन्हें बाद में इस गतिविधि को ध्वनि या/और अन्य सम्बन्धित अवधारणाओं से जोड़ने के लिए लिया जा सकता है।

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं।

Azim Premji University

अनुवाद : प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय