विद्यार्थियों के डिज़ाइन को उभारना

रवि सिन्हा, आशीष कुमार परदेसी और दीपा चारी

विद्यार्थियों के लिए अपने शिक्षकों या पाठ्यपुस्तकों द्वारा दी गई व्याख्याओं के माध्यम से वैज्ञानिक अवधारणाएँ सीखना आम बात है। लेकिन जब वे सरल उपकरणों के भौतिक मॉडल्स का निर्माण और परीक्षण करते हैं तो वे कौन-सी अवधारणाएँ और कौशल सीखेंगे? उनकी सामग्री और डिज़ाइन विकल्पों के बारे में हमजोलियों से उत्साहवर्धक बात करने से क्या विचार सामने आएँगे?

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (एनसीएफ़) 2005, उच्च-प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर विज्ञान शिक्षण में 'तकनीकी मॉड्यूल डिज़ाइन करने के लिए हाथों से काम करने' की आवश्यकता पर ज़ोर देती है। ऐसा करने का एक तरीक़ा विद्यार्थियों को उनके पाठ्यक्रम में शामिल सरल उपकरणों के मॉडल डिज़ाइन और निर्माण करने के लिए प्रोत्साहित करना है। इस प्रक्रिया में, विद्यार्थियों को यह पता लगाने और आलोचनात्मक ढंग से विचार करने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है कि वे किस सामग्री का उपयोग कर सकते हैं और कैसे वे इन सामग्रियों को एक साथ जोड़ सकते हैं ताकि वह उपकरण काम करने लगे।

विद्यार्थियों को अपने साथियों द्वारा चुनी गई सामग्री और डिज़ाइन विकल्पों का भी अध्ययन करने का मौक़ा दिया जा सकता है। इस कवायद से विद्यार्थियों को विज्ञान के कामकाज से परिचित कराया जा सकता है। जिस प्रकार वैज्ञानिक जाँच/ प्रयोगों के माध्यम से विज्ञान के नियमों को प्रस्तुत करते हैं, विद्यार्थी सामग्री को टटोलकर, मॉडल निर्माण और मॉडल परीक्षण के माध्यम से वैज्ञानिक अवधारणाओं की बेहतर समझ बना सकते हैं।

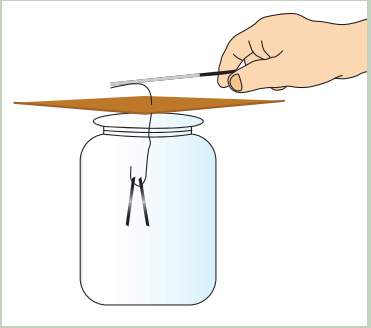
इस लेख में, हमने कोविड-लॉकडाउन के दौरान ऑनलाइन माहौल में किए इस तरह के मॉडल-निर्माण के एक अभ्यास के अपने अनुभव को साझा किया है। उच्च प्राथमिक विद्यार्थियों को एक विद्युतदर्शी बनाने के लिए कहा गया था, यह एक आवेश सूचक उपकरण है, जो आठवीं कक्षा की विज्ञान पाठ्यपुस्तक में 'कुछ प्राकृतिक घटनाएँ' शीर्षक वाले अध्याय में दिया गया है।

मॉडल-निर्माण अभ्यास

कक्षा-8 की पाठ्यपुस्तक विद्यार्थियों को सरल सामग्रियों से विद्युतदर्शी बनाने की एक विधि

बॉक्स-1 : एनसीईआरटी पाठ्यपुस्तक से अंश

*मुरब्बे की एक ख़ाली बोतल लें। बोतल के मुँह के साइज़ से कुछ बड़ा गत्ते का टुकड़ा लें। इसमें एक छिद्र बनाएँ जिसमें धातु की पेपर-क्लिप घुसाई जा सके। **चित्र-15.4** में दर्शाए अनुसार पेपर-क्लिप को खोलें। एल्युमीनियम की पन्नी की लगभग 4 सेमी × 1 सेमी साइज़ की दो पट्टी काटें। चित्र में दर्शाए अनुसार इन्हें पेपर-क्लिप पर लटकाएँ। गत्ते के ढक्कन में पेपर-क्लिप को इस प्रकार घुसाएँ कि यह गत्ते के लम्बवत रहे। रीफिल को आवेशित करें तथा इसे पेपर-क्लिप के सिरे से स्पर्श कराएँ। देखें कि क्या होता है? क्या पन्नी की पट्टियों पर कोई प्रभाव पड़ता है? क्या ये एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं अथवा आकर्षित करती हैं? अब पेपर-क्लिप के सिरे से अन्य आवेशित वस्तुओं को स्पर्श कराएँ। क्या हर बार पन्नी की पट्टियाँ समान रूप से व्यवहार करती हैं? क्या इस उपकरण का उपयोग यह पहचान करने के लिए कर सकते हैं कि कोई वस्तु आवेशित है अथवा नहीं? क्या आप यह स्पष्ट कर सकते हैं कि पन्नी की पट्टियाँ एक-दूसरे को क्यों प्रतिकर्षित करती हैं?*



चित्र-15.4 : एल्युमीनियम की पन्नी की पट्टियाँ पेपर-क्लिप से होते हुए आवेशित रीफिल से आवेश प्राप्त करती हैं (याद रहे कि धातुएँ विद्युत की अच्छी चालक होती हैं)। समान आवेश वाली पट्टियाँ एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं और वे फैल जाती हैं। इस प्रकार की युक्ति का उपयोग यह परीक्षण करने के लिए किया जा सकता है कि कोई वस्तु आवेशित है अथवा नहीं। इस युक्ति को विद्युतदर्शी कहते हैं।

Source: NCERT Science Textbook, Ch. 15: Some Natural Phenomena, retrieved from *https://ncert.nic.in/textbook/pdf/hesc115.pdf (pg. 180)*.

से परिचित कराती है। निर्माण के बाद यह मॉडल के अवलोकन और अन्वेषण को प्रोत्साहित करने के लिए दिलचस्प उकसावों का एक सेट भी प्रदान करती है (**बॉक्स-1** देखें)। हमने तय किया कि उसी उपकरण को बनाने के लिए विद्यार्थियों को वैकल्पिक सामग्री और डिज़ाइनों का पता लगाने को कहा जाए। यह अभ्यास दो तरह से मदद कर सकता है। पहला, विद्यार्थियों को विद्युतदर्शी की कई कार्यात्मक विविधताओं को खोजने का अवसर मिलेगा। दूसरा, इससे उन्हें सम्बन्धित अवधारणाओं (जैसे आवेशित पिण्ड, आकर्षक/ प्रतिकर्षक बल, विक्षेपण, आवेश की मात्रा आदि) और उनके व्यावहारिक अनुप्रयोगों की बेहतर समझ विकसित करने में मदद मिलेगी।

ऑनलाइन माहौल

अप्रैल 2021 में, हमने एक अँग्रेज़ी माध्यम पब्लिक स्कूल के नौवीं कक्षा के विज्ञान शिक्षक के साथ दो ऑनलाइन 'मेकिंग' (निर्माण) सत्र आयोजित किए। दोनों सत्र नियमित स्कूल समय के दौरान आयोजित किए गए थे और प्रत्येक सत्र 90 मिनट का था। इन सत्रों में इस कक्षा के लगभग 29 विद्यार्थियों ने स्वेच्छा से भाग लिया था।

(क) सत्र-1 : पहले सत्र में, हमने विद्यार्थियों को विद्युतदर्शी के एक मॉडल से परिचित कराया और उन्हें दिखाया कि यह कैसे काम करता है। फिर हमने विद्यार्थियों को अन्य (स्थानीय रूप से उपलब्ध) सामग्रियों और डिज़ाइनों का उपयोग करके इस उपकरण का एक वैकल्पिक संस्करण तैयार करने की चुनौती दी। इस सत्र के दौरान, हमने जान-बूझकर विद्युतदर्शी के कार्य सिद्धान्त पर किसी भी तरह की चर्चा को मुल्तवी रखा। यह विद्यार्थियों को अपने ख़ुद के विवरण बनाने का मौक़ा देने के लिए था कि सम्बन्धित अवधारणाओं (जैसे आवेश, बल, विक्षेपण की मात्रा आदि) ने उपकरण के डिज़ाइन में कैसे योगदान दिया। इस तरह हमें उम्मीद थी कि विद्यार्थी इस अभ्यास में उसी तरह की जिज्ञासा के साथ जुट सकेंगे, जैसे वैज्ञानिक अपने प्रयोगों में जुटते हैं।

(ख) सत्र-2 : विद्यार्थियों को अपने मॉडलों पर काम करने के लिए कुछ समय देने के लिए, दूसरा सत्र तीन दिन बाद आयोजित किया गया था। इस सत्र में, हमने चर्चा के माध्यम से विद्यार्थियों को वैकल्पिक विद्युतदर्शी मॉडल बनाने की अपनी यात्रा को साझा करने के लिए प्रोत्साहित किया। (**बॉक्स-2** देखें) लॉकडाउन के कारण,

बॉक्स-2 : चर्चा के लिए कुछ बिन्दु

मॉडल बनाने के इर्द-गिर्द सवाल :	अवधारणात्मक समझ के बारे में सवाल :
• मॉडल बनाने का आपका सफ़र कैसा था? • आपने अपने मॉडल में ये डिज़ाइन और सामग्रियाँ क्यों चुनीं? • मॉडल बनाने की प्रक्रिया के दौरान क्या किसी अवलोकन या खोज से आश्चर्य में पड़े? • क्या आपको इस प्रक्रिया का कोई पहलू मुश्किल लगा? • मॉडल में क्या काम किया और क्या नहीं? • क्या आप अपने मॉडल का एक स्केच साझा कर सकते हैं?	• क्या आपने जो स्केच साझा किया है, वह मॉडल का सटीक प्रदर्शन है? • इस डिज़ाइन के बारे में आप सब क्या सोचते हैं? • क्या आप अपने दो साथियों को अपनी डिज़ाइन/ मॉडल पर उनकी प्रतिक्रिया और विचार साझा करने के लिए कह सकती हैं? • क्या कोई ये समझाना चाहेगा कि मॉडल कैसे काम करता है? • आप लोगों को क्या लगता है, हम इस गतिविधि से और क्या सीख सकते हैं?

चित्र-1 : दिव्या द्वारा बनाया गया विद्युतदर्शी। **(क)** ऊपर से देखने पर जहाँ से ताँबे के तार की कुण्डलाकार आकृति दिखाई दे रही है। **(ख)** बाजू से देखने पर जिसमें एल्यूमीनियम पन्नी की पट्टियाँ दिखाई दे रही हैं।

Credits: Ravi Sinha, Ashish Kumar Pardesi, and Deepa Chari. License: CC-BY-NC.

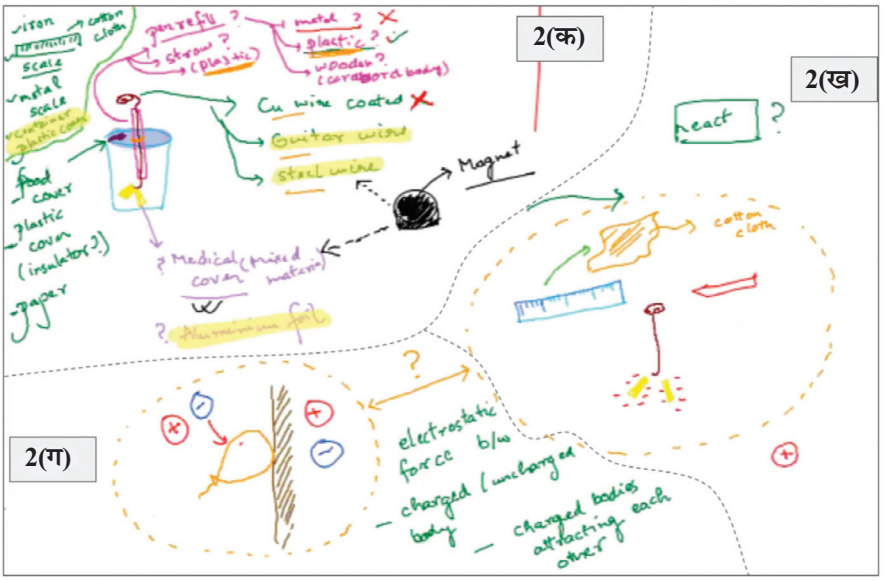
केवल कुछ विद्यार्थी ही डिज़ाइन के लिए थोड़ी-बहुत वैकल्पिक सामग्री एकत्र कर पाए और केवल एक विद्यार्थी (दिव्या) एक वैकल्पिक मॉडल बनाने में सफल रही। हमें ऐसी स्थिति का अन्देशा था और विद्यार्थियों द्वारा अपने मॉडल के लिए सोची गई सामग्रियों और डिज़ाइनों के आधार पर चर्चा करने के लिए तैयार थे, भले ही वे मॉडल बनाने में सफल न रहे हों। चूँकि दिव्या एक कार्यशील मॉडल बनाने में कामयाब रही थी, हमने उसे मॉडल बनाने के अपने अनुभव के साथ चर्चा शुरू करने को कहा। जैसे-जैसे अन्य लोग अपनी प्रतिक्रिया के साथ जुड़ते गए, बातचीत उसकी डिज़ाइन से आगे बढ़ती गई।

मॉडल बनाने का दिव्या का अनुभव

दिव्या ने विद्युतदर्शी का एक वैकल्पिक डिज़ाइन प्रस्तुत किया जो एक काँच के गिलास, कुछ काग़ज़ के कार्ड, टेप, ताँबे के तार और एल्युमीनियम पन्नी से बनाया गया था (**चित्र-1** देखें)। उसने एक वीडियो भी साझा किया कि कैसे उसके मॉडल में आवेशित वस्तुओं (उसने इसके लिए सूती कपड़े से रगड़कर धातु या प्लास्टिक के स्केल का इस्तेमाल किया था) के पास आने पर एल्युमीनियम पन्नी मुड़ रही थी। इससे इस सिद्धान्त की पुष्टि हुई कि - जब एक आवेशित वस्तु को विद्युतदर्शी के आस-पास लाया जाता है, तो उसे आवेश का प्रवाह शुरू करना चाहिए जिससे पट्टी विक्षेपित हो जाती है। विक्षेपण का परिमाण वस्तु पर आवेश की मात्रा के आधार पर भिन्न होना चाहिए।

दिव्या ने बताया कि उसने कार्यात्मक विद्युतदर्शी बनाने की शुरुआत विभिन्न सामग्रियों को आज़माकर की। इनमें विभिन्न प्रकार के तार (जैसे एक कोटेड ताँबे का तार, ताँबे का नंगा तार, स्टील का तार, गिटार का तार), एक प्लास्टिक स्केल, एक प्लास्टिक बर्तन, काग़ज़ आदि शामिल थे। जब पूछा गया कि उसने ये चीज़ें कैसे इकट्ठा कीं, तो उसने कहा कि : *"सामग्री जुटाना... इतना कठिन नहीं था, क्योंकि मेरे भाई ने भी इसमें मेरी मदद की थी! एक सेकंड में, मैंने अपना प्रोजेक्ट पूरा कर लिया, बिल्कुल उसी दिन!"*

विद्युतदर्शी की पाठ्यपुस्तक वाली डिज़ाइन में बदलाव करने के लिए, दिव्या ने विभिन्न सामग्रियों और उनके संघटन पर ऑनलाइन शोध किया। उसने यह भी साझा किया कि कैसे वह बहुत सारे परीक्षण और त्रुटि के बाद अपना मॉडल बना पाई। उदाहरण के लिए, दिव्या जानती थी कि जब विद्युतदर्शी के पाठ्यपुस्तक मॉडल में एक आवेशित वस्तु को ताँबे के तार के पास लाया जाता है, तो एल्युमीनियम पन्नी की पट्टी में विक्षेप दिखाई देता है। जब दिव्या ने नंगे ताँबे के तार की जगह कोटेड ताँबे का तार लगाया तो पत्तियों में विक्षेपण नहीं हुआ। तब उसने ताँबे के तार की जगह पहले गिटार का तार और फिर स्टील का तार लगाया। दोनों ही मामलों में विक्षेपण हुआ। जब पूछा गया कि कोटेड ताँबे के तार ने काम क्यों नहीं किया, तो दिव्या ने अपना अवलोकन साझा किया : *"कोटेड ताँबे के तार चुम्बक पर प्रतिक्रिया नहीं*



चित्र-2 : चर्चा का चित्रात्मक सार। इस फोटो में चर्चा के मुख्य बिन्दुओं को दिखाया गया है **(क)** मॉडल मेकिंग तथा डिज़ायन बनाने की प्रक्रिया **(ख)** विद्युतदर्शी के कार्यात्मक सिद्धान्त **(ग)** अन्य घटनाओं से सम्बन्ध।

Credits: Ravi Sinha, Ashish Kumar Pardesi, and Deepa Chari. License: CC-BY-NC.

करते हैं, जबकि स्टील के तार और गिटार के तार करते हैं।" उसके जवाब से समझ आया कि उसने इस परिकल्पना के साथ काम किया था कि चुम्बकीय गुणों वाली सामग्रियों से विक्षेपण होने की सम्भावना थी।

दिव्या की डिज़ाइन प्रक्रिया का एक अन्य पहलू यह था कि उसने विद्युतदर्शी के पाठ्यपुस्तक मॉडल में बार-बार बदलाव किए ताकि यह पता चल सके कि कौन-से सम्भावित संयोजन काम करेंगे। उदाहरण के लिए, तार के कुछ विकल्पों की पहचान करने के बाद ही उसने एल्युमीनियम पन्नी के विकल्प तलाशने शुरू कर दिए। दिव्या ने बताया कि कैसे उसने इस उद्देश्य के लिए दवाई के रैपर की पट्टी और किसी डिब्बे से एक पतले धातु के टुकड़े का उपयोग करने की कोशिश की थी। फिर, उसने डिब्बे के ढक्कन की जगह एक स्ट्रॉ लगाने पर विचार किया जो तार को भी सपोर्ट करती और टेस्टिंग के लिए उसके पास लाई गई चीज़ों को भी।

जब उससे डिज़ाइन में बदलाव लाने की इस प्रक्रिया के बारे में पूछा गया, तो दिव्या ने विभिन्न सामग्रियों को आज़माने की परेशानी साझा की। उसने यह भी बताया कि कैसे उसके परिवार ने इसमें मदद की: *"मैंने अपनी डिज़ाइन कई बार बदली। ग़ुस्सा भी आया... स्थिति हास्यास्पद थी... बीच प्रोजेक्ट में पापा को आकर कहना पड़ा...ग़ुस्सा मत करो, थोड़ा धीरज रखो, वैज्ञानिक भी इतने कम वक़्त में कुछ नहीं बना पाते। कोई भी परफेक्ट नहीं हैं और ग़लतियाँ तो सबसे होती हैं!"*

साथियों के साथ चर्चा

सत्र के एक फैसिलिटेटर ने डिज़ाइन में महत्त्वपूर्ण बदलावों पर ध्यान दिया, जिन्हें दिव्या ने एक डिजिटल व्हाइटबोर्ड पर योजनाबद्ध तरीक़े से वर्णित किया था, जो उसके साथियों को दिखाई दे रहा था (**चित्र-2अ** देखें)। इसका उपयोग समय-समय पर समूह चर्चाओं को संचालित करने के लिए किया गया। यहाँ दो उदाहरण दिए गए हैं जो चर्चा की प्रकृति दर्शाते हैं :

(क) विद्युतदर्शी के **काम करने के सिद्धान्त** पर **:** दिव्या के मॉडल के प्रदर्शन के बाद, समूह से पूछा गया कि क्या किसी कारण के बारे में सोच सकते हैं कि आवेशित वस्तु के आस-पास आने पर एल्युमीनियम की पत्तियों ने विक्षेपण क्यों दिखाया। एक विद्यार्थी, अमित ने वास्तविक जीवन के उदाहरण से जोड़कर बताया कि मॉडल कैसे काम कर सकता है : *"जब हम प्लास्टिक स्केल को कपड़े जैसी किसी चीज़ से रगड़ते हैं, तो प्लास्टिक स्केल में कुछ आवेश होगा... यह होगा ऋणात्मक या धनात्मक। जब हम प्लास्टिक के स्केल को ताँबे के तार के पास लाते हैं, तो आवेश ताँबे के तार से होकर एल्युमीनियम पन्नी तक पहुँच जाएगा... और एल्युमीनियम पन्नी में भी वही आवेश होगा...जैसे अगर स्केल में ऋणात्मक आवेश है...तो वही आवेश एल्युमीनियम पन्नी में स्थानान्तरित हो जाएगा और (दो) ऋणात्मक आवेश एक-दूसरे से विकर्षित होंगे। इसलिए एल्युमीनियम पन्नी विक्षेपित हो जाती है।"*

जब विद्यार्थियों से यह पूछा गया कि क्या वे विद्युतदर्शी का उपयोग करने के अपने अनुभव को किसी अन्य वास्तविक जीवन के अनुभव से जोड़ सकते हैं जिसमें आवेश शामिल हो। एक अन्य विद्यार्थी, अर्जुन ने अपनी माँ के साथ अपनी बातचीत को याद किया जब वह दीवार पर एक गुब्बारा चिपकाना चाहता था : *"मैं दीवार पर गुब्बारा चिपकाना चाहता था। मेरी माँ ने कहा कि मुझे गुब्बारे को टेप से नहीं चिपकाना चाहिए क्योंकि दीवारें ख़राब हो जाएँगी... उन्होंने कहा कि अगर मैं गुब्बारे को अपने सिर पर रगड़ता हूँ, तो यह दीवार से चिपक जाएगा।"*

अमित और अर्जुन दोनों यह पहचान पाए कि दिव्या की डिज़ाइन में एल्युमीनियम पन्नी का विक्षेपण उस आवेश के कारण था जो आवेशित वस्तु से पन्नी तक (ताँबे के तार के माध्यम से) जाता है। शायद यही कारण है कि, जब मिलते-जुलते अवलोकन साझा करने के लिए कहा गया, तो उन्होंने ऐसे उदाहरण दिए जहाँ इसी तरह आवेश का स्थानान्तरण हुआ था (**चित्र-2ख**, **2ग** देखें)।

(ख) दिव्या के मॉडल में स्ट्रॉ के विकल्पों पर : दिव्या द्वारा अपने डिज़ाइन में बदलाव करने के लिए उपयोग की गई विभिन्न सामग्रियों को साझा करने के बाद, विद्यार्थियों से पूछा गया कि क्या उसके मॉडल में स्ट्रॉ की बजाय धातु, कार्डबोर्ड या प्लास्टिक पेन की बॉडी का उपयोग किया जा सकता है। एक विद्यार्थी अनुज ने ज़ोर देकर कहा कि धातु की बॉडी काम नहीं करेगी। उसने इसके लिए एक कारण भी दिया : *"मुझे लगता है कि प्लास्टिक की रीफिल काम करेगी, लेकिन धातु की नहीं। क्योंकि जब हम अपने विद्युतदर्शी का परीक्षण करने की कोशिश करते हैं, तो विक्षेपित करने के लिए ऊर्जा (आवेशित सामग्री से) को एल्युमीनियम पन्नी में स्थानान्तरित करने की आवश्यकता होती है। धातु की रीफिल उस सारी ऊर्जा को सोख लेगी और...और पन्नी (आवेशित सामग्री पर) प्रतिक्रिया नहीं करेगी।"* दिव्या ने भी कहा कि प्लास्टिक बॉडी काम करेगी : *"दोनों सामग्रियाँ (जो मैंने अपनी डिज़ाइन में इस्तेमाल कीं) प्लास्टिक से बनी हुई हैं...मूल रूप से, मैंने प्लास्टिक स्ट्रॉ और प्लास्टिक पेन रीफिल का इस्तेमाल किया है।"* वह अनुज के विचार से भी असहमत थी : *"मुझे नहीं*

लगता कि प्लास्टिक धातु से अलग तरह से काम करेगा।''

यहाँ हमने कुछ ही प्रतिभागियों की प्रतिक्रियाएँ साझा की हैं, लेकिन कई अन्य विद्यार्थियों ने दिव्या की सामग्री की खोज के साथ-साथ आवेश और आवेश स्थानान्तरण/ प्रवाह के बारे में अमित और अर्जुन के विचारों पर चर्चा में भी योगदान दिया।

चलते-चलते

विद्युतदर्शी सत्रों ने ऑनलाइन माहौल के लिए एक मॉडल आधारित विज्ञान गतिविधि को फिर से डिज़ाइन करने का एक सम्भावित तरीक़ा पेश किया। शुरुआत में हमने दिव्या को मॉडल-निर्माण और परीक्षण के अपने अनुभव साझा करने के लिए आमंत्रित किया। उसके मॉडल बनाने की प्रक्रिया में घर का सहयोगी वातावरण एक महत्त्वपूर्ण कारक के रूप में उभरा। विभिन्न सामग्रियों की खोज में परिवार वालों की मदद और मॉडल बनाने के विभिन्न चरणों में उनके प्रोत्साहन ने दिव्या को अपनी खोजबीन जारी रखने में मदद की। हमने दिव्या के साथियों को उसकी सामग्री और डिज़ाइन विकल्पों पर विचार करने के साथ-साथ चर्चा के लिए प्रासंगिक किसी भी अनुभव को साझा करने के लिए प्रोत्साहित करके इस बातचीत को आगे बढ़ाया। भले ही वे घर पर मॉडल नहीं बना सके, लेकिन इसने बाक़ी विद्यार्थियों को दिव्या के मॉडल का बारीक़ी से अवलोकन करने का मौक़ा दिया। इसके बाद हुई चर्चाओं में कुछ वैकल्पिक अवधारणाएँ भी उजागर हुईं। उदाहरण के लिए, कुछ प्रतिभागियों ने आवेशित कणों द्वारा बलों की कार्रवाई को समझाने के लिए 'प्रतिक्रिया', 'आकर्षण' या 'विकर्षण' शब्द का इस्तेमाल किया। इसके विपरीत, अन्य विद्यार्थियों ने यह समझाने के लिए कि विक्षेपण आवेश के परिमाण के साथ कैसे भिन्न होता है, बिल्कुल सही शब्दों का उपयोग किया। इस प्रकार, पूर्व-निर्धारित लक्ष्यों और प्रक्रियाओं के साथ शुरू करने की बजाय, इन सत्रों ने समूह के अनुभवों और फैसिलिटेटर्स की थोड़ी-सी मदद से विज्ञान समझाने की कोशिश की। हमारे संकेतों ने चर्चाओं को सुचारू रूप चलाने में मदद की और सत्रों को अधिक विद्यार्थी-केन्द्रित बनाया।

इस अनुभव को मद्देनज़र रखते हुए, हम सुझाव देते हैं कि एक ऐसा साझा स्थान बनाना महत्त्वपूर्ण है जो विद्यार्थियों को प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से मॉडल-डिजाइनिंग में भाग लेने के लिए आमंत्रित करता है। इन सत्रों में वर्णित चर्चाओं से शिक्षकों को विज्ञान की खोज के साथ विद्यार्थियों के जुड़ाव को समझने और उनके अनुभवों का उपयोग करने में मदद मिल सकती है।

मुख्य बिन्दु

- राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (NCF) 2005 उच्च-प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर विज्ञान शिक्षण में 'तकनीकी मॉड्यूल डिज़ाइन करने के लिए हाथों से काम करने' के महत्त्व पर ज़ोर देती है।
- विद्यार्थियों को विद्युतदर्शी जैसे सरल उपकरणों के मॉडल बनाने और उनका परीक्षण करने के लिए आमंत्रित करने से उनकी अवधारणात्मक समझ में सुधार हो सकता है।
- एक सहयोगी वातावरण में उनकी सामग्री और डिज़ाइन विकल्पों के आस-पास साथियों के साथ चर्चा को प्रोत्साहित करने से वैज्ञानिक प्रक्रिया के लिए पूछताछ की भावना और उसके लिए प्रशंसा का माहौल निर्मित करने में मदद मिल सकती है।
- इस तरह के अभ्यास विद्यार्थियों को धैर्य, अवलोकन कौशल, आलोचनात्मक सोच और साथियों के साथ सहयोग करने और उनसे प्रतिक्रिया प्राप्त करने की क्षमता विकसित करने में मदद कर सकते हैं - ये सभी विज्ञान में महत्त्वपूर्ण हैं।

Notes:

1. The electroscope project was introduced via the Metastudio website to the students. Metastudio (metastudio.org/) is an open-to-all and free-to-participate platform designed at Gnowledge Lab, HBCSE. Once registered, students can document their ongoing STEM projects, participate in discussions, as well as receive feedback from the rest of the community.
2. At the time of this activity, the Metastudio post related to the electroscope had some previously documented designs, contributed by community members. These designs can help seed initial ideas about how students may pursue or even document their investigations. For more details, visit: *https://metastudio.org/t/build-your-own-electroscope/3730.*
3. Source of the image used in the background of the article title: Static electricity. Credits: LaSombra, Flickr. *URL: https://www.flickr.com/photos/la_sombra/6036168427/. License: CC-BY.*

रवि सिन्हा STEM शिक्षा अनुसन्धान के क्षेत्र में काम करते हैं। वे होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन-टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ़ फंडामेंटल रिसर्च (HBCSE-TIFR), मुम्बई में 'लर्निंग साइंस रिसर्च' और 'मेकर्सस्पेस' समूहों का हिस्सा थे। उन्हें खिलौनों, खेलों और मज़ेदार गतिविधियों की खोज करना पसन्द है; साथ ही उन्हें सीखने को अधिक आकर्षक बनाने के लिए इनका उपयोग करने के नए तरीक़े ढूँढ़ना भी पसन्द है।

आशीष कुमार परदेसी को गणना और जाँच के साथ शैक्षिक खिलौनों को डिज़ाइन करना और बनाना पसन्द है। उन्होंने HBCSE-TIFR, मुम्बई में मेकर्स स्पेस, नॉलेज लैब की स्थापना की और उसमें काम किया।

दीपा चारी एचबीसीएसई-टीआईएफआर, मुम्बई में फैकल्टी हैं। उनका शोध विद्यार्थियों की STEM पहचानों और संस्थागत और शैक्षणिक प्रथाओं के ज़रिए इन पहचानों को समृद्ध करने पर केन्द्रित है। दीपा विज्ञान प्रतिभा की समन्वयक हैं। विज्ञान प्रतिभा एचबीसीएसई में एक राष्ट्रीय स्तर का कार्यक्रम है जो विद्यार्थियों के विकास और विज्ञान और गणित में शिक्षक क्षमता निर्माण के लिए समर्पित है।

अनुवाद : अनमोल जैन **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय