हम और हमारे विज्ञान समझाने के मॉडल

विक्रम चौरे

अक्सर हम विज्ञान की अमूर्त अवधारणाओं को समझाने के लिए मॉडल या सरलीकृत प्रयोगों का सहारा लेते हैं। अगर उनकी सीमाओं को रेखांकित न किया जाए और उनकी सशक्त तार्किक बुनियाद न हो, तो यह ढाँचा कभी भी ध्वस्त हो सकता है। प्रकाश के मॉड्यूल में दिए गए एक प्रयोग की विस्तृत समीक्षा करते हुए लेखक ने इस समस्या को उजागर करने की कोशिश की है।

प्रकाश को समझना इन्सानों के लिए उत्सुकता से भरा हुआ रहा है। स्कूली किताबों में प्रकाश विषय को विद्यार्थियों के समक्ष किस तरह से रखा जाए, इसको लेकर कई चुनौतियाँ भी रही हैं, खासकर माध्यमिक स्तर के विद्यार्थियों के लिए जिनकी विज्ञान की अवधारणाओं को पढ़ने की शुरुआत ही हुई है। और इसलिए भी चूँकि यह विषय आसपास प्रकाश की मौजूदगी के बावजूद काफी अमूर्त भी है।

इस सम्बन्ध में *एकलव्य* ने माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक कक्षाओं के लिए 'प्रकाश' को लेकर एक मॉड्यूल प्रकाशित किया है। प्रकाश और इससे जुड़ी विभिन्न अवधारणाओं को क्रमबद्ध तरीके से शिक्षक द्वारा बच्चों के समक्ष कैसे प्रस्तुत किया जाए – इस सम्बन्ध में उपरोक्त मॉड्यूल में कई तरह की गतिविधियाँ सुझाई गई हैं।

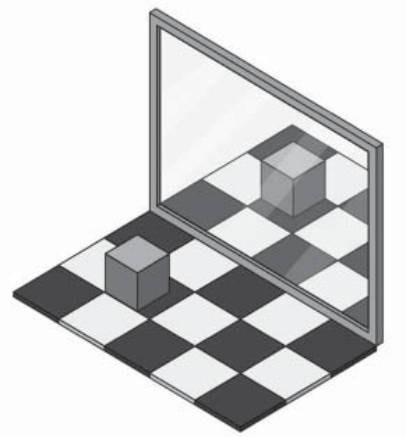
तार्किक और स्पष्ट मॉडल का महत्व

बच्चे सहज रूप से प्रकाश और इससे जुड़ी विभिन्न अवधारणाओं से परिचित होते हैं। साथ ही, वे विभिन्न घटनाएँ जैसे वस्तुओं की परछाइयाँ, प्रतिबिम्ब, ग्रहण, सूर्योदय आदि अपने आसपास देखते हैं और अपने मन में इनकी एक समझ बनाते हैं। दूसरी ओर, शिक्षक के रूप में हम कक्षाओं में भी एन.सी.ई.आर.टी. की किताबों, *एकलव्य* के प्रकाश मॉड्यूल और विभिन्न सामग्रियों की मदद लेते हुए, उनकी समझ को आगे ले जाने में और मज़बूत बनाने में मदद करते हैं।

इस कार्य में शिक्षकों और इन अवधारणाओं से जुड़ी विभिन्न सामग्रियों की ये ज़िम्मेदारी हो जाती है कि जब किसी परिघटना को समझने के लिए ऐसे किसी मॉडल को प्रस्तुत करें तो बात को समझाने की इसकी सीमा को लेकर स्पष्टता

हो और यह संवाद उपयुक्त तर्क पर आधारित हो। अन्यथा मॉडल बच्चों को सही दिशा में समझ बनाने से भटका सकते हैं या उन्हें अनुपयुक्त ढंग से किसी बात को मानने को विवश कर सकते हैं। मॉडल में एक विशेषता यह भी होनी चाहिए कि वह अन्य सम्बन्धित परिघटनाओं को समझने में बाधक न बने। ।

कुछ ऐसा ही मुझे *एकलव्य* के प्रकाश मॉड्यूल में एक जगह नज़र आया जिससे थोड़ी-सी चिन्ता हुई। अज़ीम प्रेमजी फाउंडेशन द्वारा इंदौर में विज्ञान कार्यशाला होनी थी। इसमें विषय के रूप में 'प्रकाश' को रखा गया था। हमारी टीम ने कालू राम शर्माजी के साथ विषय पर तैयारी करना शुरू की। इस सन्दर्भ में हमने *एकलव्य* के प्रकाश मॉड्यूल का अध्ययन शुरू किया।



इस दौरान समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब निर्माण को लेकर मॉड्यूल को देख रहे थे। खास तौर से वह हिस्सा जिसमें यह समझाने की कोशिश हो रही थी कि समतल दर्पण में किसी वस्तु का प्रतिबिम्ब दर्पण से उतनी ही दूरी पर बनता है जितनी दूरी पर समतल दर्पण से वह वस्तु रखी हुई है। समतल दर्पण में एक वास्तविक प्रतिबिम्ब तो बनता नहीं कि किसी परदे या दीवार पर बनाकर देख लिया जाए और उसकी दूरी माप ली जाए। यह एक आभासी प्रतिबिम्ब होता है। तो उपरोक्त बात की सत्यता पता करने के लिए इस मॉड्यूल में एक प्रयोग सुझाया गया है।

चित्र-1

समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब निर्माण

इस प्रयोग में शतरंज की बिसात के एक छोर पर समतल दर्पण को लम्बवत खड़ा करते हैं। अब इसके सामने किसी वस्तु को रखते हैं (चित्र-1)। इसके ज़रिए हमें पता करना है कि बिसात के किसी खाने में रखी वस्तु का आभासी प्रतिबिम्ब दर्पण के अन्दर कितनी दूरी पर बनता है। इसके लिए दर्पण के अन्दर के प्रतिबिम्ब और दर्पण के बीच के खानों की संख्या गिन लेते हैं। इसी तरह दर्पण और वस्तु के बीच के खाने भी गिन लेते हैं। खानों की संख्या बराबर-बराबर आती है।

खानों की संख्या बराबर-बराबर होने पर कह दिया जाता है कि प्रतिबिम्ब दर्पण से उतना ही दूर है जितनी कि वस्तु है। क्या इस आधार पर यह कहना ठीक है कि दर्पण से वस्तु और प्रतिबिम्ब की दूरी बराबर है? प्रश्न यह उठता है कि हमें कैसे पता कि दर्पण के बाहर के खाने और अन्दर के खाने आकार में एक-दूसरे के बराबर हैं। यदि कोई कहे कि उसे दर्पण के अन्दर के खाने बाहर के खानों से थोड़े छोटे दिख रहे हैं तो बात उलझ जाएगी। यह प्रयोग सुझाया तो इसलिए गया है कि अवधारणा को आसानी-से समझाया जा सके। लेकिन लगता है कि यह समझाने की जगह मनवा रहा है क्योंकि इसकी यह मूल मान्यता तर्क या अवलोकन पर टिकी नहीं है कि दर्पण के बाहर और दर्पण के अन्दर खाने बराबर आकार के हैं। तर्क है कि शतरंज की बिसात के खानों की संख्या दोनों स्थितियों में बराबर है परन्तु उनका साइज़ बराबर है, इसका कोई प्रमाण नहीं है। और तो और, इस प्रयोग को अन्य परिस्थितियों में करने पर विरोधाभासी परिणाम मिलते हैं।

उत्तल दर्पण के साथ एक प्रयोग

मॉड्यूल में दिए गए इसी प्रयोग

फोटो: विक्रम चौरे

चित्र-2

लम्बन (Parallax)

जब हम किसी बस या ट्रेन में सफर करते हुए खिड़की से बाहर पेड़ों को देखते हैं तो हमें दिखता है कि आगे के पेड़ तेज़ गति से हमारे साथ चल रहे हैं जबकि पीछे के पेड़ वहीं रुके हुए हैं या बहुत कम गति से पीछे की ओर जा रहे हैं। इस तरह से आगे और पीछे के पेड़ों की गति एक-दूसरे की विपरीत दिशा में दिखाई देती है।

लेकिन यदि हम ऐसे दो पेड़ों को देखें जो हमसे बराबर दूरी पर लगे हों तो वे हमसे दूर होने पर स्थिर दिखाई देते हैं और पास होने पर साथ-साथ एक ही दिशा में गति करते हुए नज़र आते हैं। इस तरह से दो पेड़ों के बीच जितनी दूरी कम होती जाएगी, उनके बीच की तुलनात्मक गति का अन्तर उतना ही कम होता जाएगा। इस घटना को 'लम्बन' के नाम से जाना जाता है।

इस घटना की मदद से हम वस्तुओं की स्थिति का पता कर सकते हैं। यदि हम दूर रखी हुई दो वस्तुओं को देख रहे हैं और पता करना चाहते हैं कि वे एक-दूसरे से आगे-पीछे रखी हैं या समान दूरी पर हैं, तो हम अपने स्थान से अगल-बगल या ऊपर-नीचे की ओर हटकर उन दोनों वस्तुओं को देखते हैं। अवलोकन के द्वारा हमें पता चलता है कि एक वस्तु दूसरे से ज़्यादा तेज़ी-से गति कर रही है तो ज़्यादा गति करती हुई दिखने वाली वस्तु हमारे करीब की होती है और स्थिर या अपेक्षाकृत कम गति करने वाली वस्तु हमसे दूर की होती है। यदि हम हमारे साथी से कहें कि वह धीरे-धीरे इस वस्तु को दूसरी वस्तु के बगल तक खिसकाकर ले जाए और ऐसा करते हुए हम अपने स्थान से अगल-बगल हटकर वस्तुओं को देखते भी रहें, तो इस दौरान हमें एक स्थिति ऐसी मिलती है कि वे दोनों वस्तुएँ एक साथ ही गति करती हुई नज़र आने लगती हैं या दोनों ही स्थिर दिखाई देने लगती हैं। इस स्थिति में दोनों वस्तुएँ हमसे बराबर-बराबर दूरी पर आ चुकी होती हैं।

इस घटना का उपयोग हम दर्पण के साथ प्रयोग करते समय, प्रतिबिम्ब की स्थिति का पता करने के लिए कर सकते हैं जबकि प्रतिबिम्ब आभासी (जिसे परदे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता) बन रहा हो।

को हमने उत्तल दर्पण के साथ करके देखा। मैंने एक 20 सेंटीमीटर फोकस दूरी का उत्तल दर्पण लिया और शतरंज की बिसात के एक सिरे पर उसे किसी वस्तु से टिकाकर रख दिया। अब उत्तल दर्पण के सामने 5 खाने की दूरी पर पेन का एक ढक्कन खड़ा करके रख दिया (चित्र-2)। इस प्रयोग में भी वैसी स्थिति निर्मित हो गई जैसी समतल दर्पण में हो रही थी। अब क्या कहेंगे? यही कि उत्तल दर्पण में भी वस्तु और प्रतिबिम्ब की दूरी दर्पण से बराबर-बराबर होती है। पर यह तो सच नहीं है।

इसके लिए मैंने मेरे पुत्र मयूर के साथ एक और प्रयोग करके देखा जो कुछ इस तरह था। 20 सेंटीमीटर फोकस दूरी वाले एक उत्तल दर्पण को स्टैण्ड पर लगाकर, उसके सामने जलती हुई मोमबत्ती रखी। मयूर को कहा कि वह जलती हुई मोमबत्ती के पीछे से उत्तल दर्पण में देखे कि प्रतिबिम्ब कैसा बन रहा है। मयूर ने देखा कि मोमबत्ती का चित्र उत्तल दर्पण में सीधा और वस्तु से छोटा बन रहा था। अब मैंने एक दूसरी वस्तु (गुलाबजल की एक खाली बोतल) ली और उत्तल दर्पण के बगल में रखते हुए, उसे दर्पण के पीछे की ओर खिसकाने लगा। मैंने मयूर से कहा कि जब ये गुलाबजल की बोतल दर्पण में दिखने वाले मोमबत्ती के प्रतिबिम्ब की बराबरी पर पहुँच जाए तो बता दे। पीछे की ओर खिसकाते हुए एक स्थिति मिली जब गुलाबजल की बोतल मोमबत्ती के प्रतिबिम्ब की बराबरी तक पहुँच गई। पर ये दूरी मोमबत्ती की उत्तल दर्पण से दूरी के बराबर नहीं थी। हमने मोमबत्ती को भिन्न-भिन्न दूरियों पर रखकर ये प्रयोग किए पर दोनों दूरियाँ कभी बराबर नहीं आईं। मयूर ने बताया कि मोमबत्ती का प्रतिबिम्ब छोटा दिखता है। दूसरी बात जो पता चली, वह थी कि जो बोतल हम प्रतिबिम्ब की बराबर दूरी तक खिसका रहे थे, उसे

चित्र-3

फोटो: विक्रम चौरे

उत्तल दर्पण की फोकस दूरी से ज़्यादा दूर नहीं खिसकाना पड़ा भले ही मोमबत्ती को दो या तीन गुना दूर रख रहे थे। यानी उत्तल दर्पण और शतरंज की बिसात के साथ किए गए हमारे प्रयोग में भी भले ही खानों की संख्या बराबर थी पर दूरियाँ बराबर नहीं थीं। यानी कि खाने बराबर होने पर दूरी बराबर होने का तर्क इस प्रयोग में भी नाकाम रहता है।

समतल दर्पण संग एक अन्य प्रयोग

यह प्रयोग हमने समतल दर्पण के साथ भी दोहराया (चित्र-3)। समतल दर्पण को एक स्थान पर रखकर, उसके सामने जलती हुई मोमबत्ती लाकर दर्पण से पीछे की ओर गुलाबजल की बोतल को खिसकाया जब तक कि जलती हुई मोमबत्ती के पीछे से देख रहे मयूर को यह बोतल मोमबत्ती के प्रतिबिम्ब की बराबरी पर न दिखने लगे। जब मैंने मयूर के कहने पर एक निश्चित स्थान पर आकर गुलाबजल की बोतल को खिसकाना बन्द किया तो मैं आश्चर्य में था कि इसकी दूरी मोटे तौर पर उतनी ही थी जितनी दूरी समतल दर्पण से जलती हुई मोमबत्ती की थी।

संक्षेप में

दरअसल, मुद्दा यह नहीं है कि समतल दर्पण में वस्तु और प्रतिबिम्ब की दूरी दर्पण से बराबर-बराबर होती है। मुद्दा इस बात को समझाने के तरीके को लेकर है जो तार्किक नहीं था। बेशक हम गणितीय विधि अपना सकते हैं और परावर्तन के नियमों के साथ ज्यामिति का उपयोग करके बात को समझा सकते हैं पर कक्षा सातवीं में यह सम्भव नहीं है। लेकिन इसका विकल्प यह नहीं हो सकता कि हम उन्हें अतार्किक रूप से चीज़ों को मानना सिखा दें और वह भी एक ऐसे मॉडल की मदद से जो जल्दी ही धोखा देने वाला हो। मेरी एनसीईआरटी से भी गुज़ारिश है कि वे जल्द-से-जल्द 'प्रकाश' अध्याय के इस हिस्से को बदल लें।

विक्रम चौरे: होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम के दौरान 'सवालीराम' की भूमिका अदा करने के बाद *एकलव्य* के हाई स्कूल विज्ञान कार्यक्रम के साथ कार्य किया। चार साल जीवोदय, इटारसी में रेलवे चिल्ड्रन के साथ कार्यरत रहे। इसके बाद चार वर्षों तक टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ सोशल साइंसिज़, मुम्बई द्वारा चलाए जाने वाले प्रोजेक्ट कनेक्ट्ड लर्निंग इनिशिएटिव (CLIx) में हाई स्कूल के शिक्षकों के साथ कार्य किया। वर्तमान में, अज़ीम प्रेमजी फाउण्डेशन, सागर, म.प्र. में फिज़िक्स के रिसोर्स पर्सन के रूप में कार्यरत हैं।

इस लेख में निम्न पुस्तकों में दिए गए प्रयोगों एवं पाठ्यांशों की समीक्षा प्रस्तुत की गई है:

1. प्रकाश मॉड्यूल, एकलव्य, 2017
2. विज्ञान पुस्तक, कक्षा-7, अध्याय 15, प्रकाश (एन.सी.ई.आर.टी.)