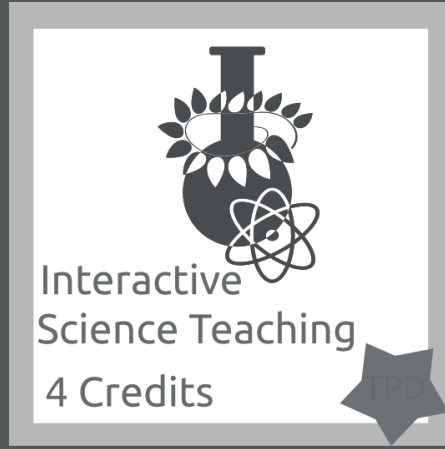




स्नातकोत्तर प्रमाणपत्र आईसीटी युक्त विर्मशपूर्ण शिक्षण

S03 अंतक्रियात्मक विज्ञान शिक्षण
पुस्तिका



2017

विज्ञान

यह कार्यपुस्तिका मेरी है

नाम :

यूसरनेम :

स्कूल :

कक्षा :

लेखक

आलोका कान्हेरे
आएशा कावलकर
अरविंद कुमार
अस्वथी रविंद्रन

हिमांशु श्रीवास्तव
इंदुमति एस.
जयश्री रामदास
सौरव शोम

पाठ्यक्रम का डिजाइन CLIX समुह ने किया है

CLIX (2017)

TISS/CEI&AR/CLIX/HB(T)/7Jul '17/ 01

दी कनेक्टेड लर्निंग इनिशिएटिव (CLIX) माध्यमिक स्कूल के विद्यार्थियों के लिए बनाई गई तकनीकी-युक्त पहल है। इस पहल का आरंभ टाटा ट्रस्ट्स ने किया था जिसमें टाटा सामाजिक विज्ञान संस्था, मुंबई और मैसॅच्युसेट्स इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, केम्ब्रिज यह दो संस्थाएँ संस्थापक सहयोगी हैं।

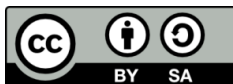
अन्य सहयोगी

सेंटर फॉर एज्युकेशन रिसर्च एण्ड प्रॅक्टिस – जयपूर, मिजोरम युनिवर्सिटी – ऐज़वाल, एकलव्य – मध्य प्रदेश, होमी भाभा सेंटर फॉर साईंस एज्युकेशन – मुंबई, नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ एडवान्स्ड स्टडीज – बेंगालुरु, स्टेट काउंसिल ऑफ एज्युकेशनल रिसर्च एण्ड ट्रेनिंग (एससीइआरटी) ऑफ तेलंगाना – हैदराबाद, टाटा क्लास एज – मुंबई, इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एण्ड एस्ट्रोफिजिक्स - पुणे , गवर्नमेंट ऑफ राजस्थान, गवर्नमेंट ऑफ मिज़ोरम, गवर्नमेंट ऑफ छत्तीसगढ़ और गवर्नमेंट ऑफ तेलंगाना

www.clix.tiss.edu

आपके मन में कोई सवाल, सुझाव या संदेह हो, तो आप वे हमें contact@clix.tiss.edu इस इमेल पते पर भेज सकते हैं।

मुख्यपृष्ठ का डिज़ाइन: मनोज भंडारे
फॉरमेटिंग: मिहिर मानकर



यह दस्तावेज़ क्रिएटिव कॉमन्स के तहत शेअर अलाईक 4.0 लाईसेंस द्वारा प्रकाशित किया गया है।

विज्ञान शिक्षक हस्तपुस्तिका

रूपरेखा

इकाई १: विज्ञान की प्रकृति

१. विज्ञान की प्रकृति 1
-अरविंद कुमार

इकाई २: विषय-वस्तु से जुड़ा शिक्षा-शास्त्रीय ज्ञान

२. निरूपण और तर्क 13
-शमिन् पडलकर

इकाई ३: सिद्धांत और विज्ञान शिक्षा का अभ्यास

३. कक्षा में वैज्ञानिक पूछताछ के वातावरण का सृजन 23
-आईशा कवलकर
४. सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के युग में विज्ञान शिक्षा 37
-अमित ढाकुलकर
५. एक खेल के मैदान का मॉडल डिज़ाइन करने और बनाने का केस अध्ययन 45
-सौरव शोम
६. एक पेशेवर के नाते देखें कितने दुरुस्त है हमारे औज़ार 71
-हिमांशु श्रीवास्तव

इकाई ४: विज्ञान शिक्षा के उद्देश्य

७. विज्ञान शिक्षा में सामाजिक - वैज्ञानिक मुद्दे 83
-अस्वथी रविंद्रन

इकाई 01: विज्ञान की प्रकृति

सत्र 02: विज्ञान क्या है?

विज्ञान क्या है?

- अरविंद कुमार

सार : विज्ञान की प्रकृति की समझ को अब व्यापक रूप से विज्ञान शिक्षा के लक्ष्य के रूप में देखा जा रहा है। यह लेख स्कूल विज्ञान की पाठ्यचर्या में 'विज्ञान की प्रकृति', विषय संबंधी परिवर्तित विचारों, और इसको पढ़ाने के तरीकों पर चर्चा करता है।

मुख्य शब्द : विज्ञान की प्रकृति, नए परिदृश्य, अन्वेषण और इतिहास-आधारित अभिगम

विज्ञान की पाठ्यपुस्तकें 'विज्ञान क्या है' जैसा प्रश्न पूछ कर प्रारम्भ होती हैं, परंतु उत्तर बहुत संक्षिप्त होता है। फिर वे मुख्य मुद्दे पर आ जाती हैं, जो विज्ञान की विषय-वस्तु – तथ्य, नियम और सिद्धान्त हैं। 'विज्ञान क्या है' का संक्षिप्त उत्तर इस प्रकार है : विज्ञान में प्रकृति का क्रमबद्ध निष्पक्ष अवलोकन करना, सावधानी पूर्वक प्रयोग करना और प्रकृति के नियम ज्ञात करने हेतु तर्कसंगत निष्कर्ष निकालना शामिल है। ज्ञात अवलोकनों (क्या हुआ है) को समझाने और परिघटनाओं (क्या होगा) का पूर्वानुमान लगाने के लिए परिकल्पनाएँ और सिद्धांत सुझाए जाते हैं। यदि पूर्वानुमान सही होता है, तो सिद्धान्त की पुष्टि हो जाती है। विज्ञान तथ्यों और तर्क के अलावा किसी प्रभाव के आगे झुकता नहीं है। विज्ञान विषयपरक होता है, जिसका अर्थ है कि कोई चीज़ सही है या गलत, किसी व्यक्ति के विश्वासों पर नहीं, बल्कि तथ्यों पर निर्भर करता है।

यह उत्तर काफ़ी सही लगता है। तो फिर हम 'विज्ञान की प्रकृति' क्यों पढ़ाएँ, जबकि विषय के 'अधिक महत्वपूर्ण' भागों को पूरा करने के लिए बहुत कम समय मिलता है?

'विज्ञान की प्रकृति' क्यों पढ़ाएँ

यह पता लगाने के लिए कि हम 'विज्ञान की प्रकृति' क्यों पढ़ाएँ, आइए पहले स्कूल स्तर पर विज्ञान पढ़ाने के विषय में विचार करें। सेकेंडरी स्कूल के अंत तक विज्ञान एक अनिवार्य विषय क्यों होता

है? सब विद्यार्थियों में से कितनों के लिए इसका कुछ उपयोग है? अधिकांश विद्यार्थी स्कूल के बाद कॉलेज नहीं जाते; बहुत से औपचारिक शिक्षा लेना बंद कर देते हैं। हाँ, और जो स्कूल जाते भी हैं, उनमें से एक छोटा हिस्सा विज्ञान विषयधारा में जाता है, और अधिकांश कला, वाणिज्य और अन्य शाखाओं में जाते हैं। क्या इन सब विद्यार्थियों को विज्ञान की विषय-वस्तु के ज्ञान की आवश्यकता है? यदि नहीं है, तो क्या फिर विज्ञान शिक्षा उनके लिए उपयोगी है?

स्पष्ट है, कि विज्ञान शिक्षा के लक्ष्य केवल सभी विद्यार्थियों को विज्ञान की विषय-वस्तु का ज्ञान देना नहीं हो सकते। तो फिर वे क्या हो सकते हैं? विज्ञान शिक्षा के लक्ष्यों के बारे में बहुत से मत हो सकते हैं। कुछ मत विचारधारा पर आधारित भी हो सकते हैं। परन्तु अधिकांश इस बात पर सहमत हैं, कि एक सुविज्ञ वैज्ञानिक जनता का सृजन विज्ञान का मुख्य लक्ष्य है।

‘सुविज्ञ वैज्ञानिक जनता’ वह है, जिसे यह समझ है कि विज्ञान क्या है, वैज्ञानिक ज्ञान के सृजन के क्या तरीके हैं, और विज्ञान का प्रौद्योगिकी तथा समाज से क्या सरोकार है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी का आज की दुनिया में जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में महत्व है। इस तरह की दुनिया में अपनी पसंद तय करने और अपनी राय बनाने के लिये, लोगों को आधुनिक प्रौद्योगिकी के लाभों और खतरों, स्वास्थ्य और पर्यावरण पर इनके प्रभाव तथा इसी तरह की अन्य बातों की समझ होनी चाहिए।

अन्य लक्ष्य है कि प्रत्येक शिक्षित व्यक्ति को यह समझना चाहिए कि विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया कार्य कला, साहित्य और अन्य मानव उपलब्धियों के श्रेष्ठतम कार्यों के जैसा महान होता है। विज्ञान जीवन के एक विवेकपूर्ण दृष्टिकोण को प्रोत्साहित कर सकता है, जिसका अर्थ है कि हम विश्वास करते हैं कि घटनाएँ किसी कारणवश घटित होती हैं और हम क्रमबद्ध सोच से इन कारणों को समझ सकते हैं (फिलहाल तो यह लक्ष्य प्राप्त करना कठिन लगता है)।

विज्ञान शिक्षा के ये और कई अन्य लक्ष्य कभी-कभी ‘विज्ञान और प्रौद्योगिकी साक्षरता’ कहलाते हैं। यह शब्द और उसकी परिभाषा बदलते रहते हैं, परंतु एक बात स्पष्ट है कि स्कूली विज्ञान शिक्षा के लक्ष्य ही विज्ञान की प्रकृति/ स्वरूप पढ़ाने के कारण हैं।

क्या विज्ञान-प्रकृति शिक्षण विज्ञान विषयक ज्ञान का स्थान ले लेगा? यदि हम ऐसा होने देते हैं, तब क्या हम भावी वैज्ञानिकों और देश में वैज्ञानिक विकास को खतरे में नहीं डालेंगे? और यदि हम यह कीमत चुका भी देते हैं, तो भी क्या विज्ञान-प्रकृति शिक्षण, उन विद्यार्थियों के लिए जो स्कूल के बाद विज्ञान नहीं पढ़ेंगे, किसी काम का होगा ? बहुत से शिक्षक और वैज्ञानिक यही प्रश्न पूछते हैं।

ये प्रश्न इस लिए उठते हैं, क्योंकि विज्ञान शिक्षा में 'विज्ञान की प्रकृति' का स्थान और इसे कैसे पढ़ाया जाए, अभी तक स्पष्ट नहीं है। आइए इन दोनों बिन्दुओं को स्पष्ट करें।

पहला, विज्ञान शिक्षा में 'विज्ञान-प्रकृति' का स्थान। 'विज्ञान की प्रकृति' केवल उन विद्यार्थियों के लिए ही नहीं है, जो स्कूल के बाद विज्ञान शिक्षा छोड़ देंगे। विज्ञान शिक्षा के विद्यार्थियों को भी इसकी आवश्यकता है। यह सोचना ग़लत होगा कि विज्ञान के छात्रों को केवल वैज्ञानिक विषयवस्तु ही पढ़ने की आवश्यकता है। वास्तव में, शिक्षकों का यह विश्वास है, कि 'विज्ञान-प्रकृति' शिक्षा सभी विद्यार्थियों में वैज्ञानिक विषयवस्तु की समझ को गहन बनाने में मदद करती है। वैज्ञानिक शिक्षा के अनुसंधानकर्ताओं ने विद्यार्थियों की विषय-ज्ञान की प्रकृति संबंधित धारणाओं का अध्ययन किया और पाया कि इसका प्रभाव उनके द्वारा विषय को भलीभाँति सीखने की प्रक्रिया पर पड़ता है। उदाहरण के लिए, रेडिश (Redish, 2003) और इसके संदर्भ देखें।

दूसरा, विज्ञान-प्रकृति के शिक्षण का तरीका। विज्ञान-प्रकृति के शिक्षण का अर्थ पाठ्यपुस्तक में एक अलग अध्याय से सिद्धान्त और अमूर्त अवधारणाएँ पढ़ाना नहीं है। न ही इसका अर्थ विज्ञान विषय-वस्तु को कम करके विज्ञान-प्रकृति के लिए समय निकालना है। विज्ञान-प्रकृति को विज्ञान विषयों के संदर्भ में विषय-वस्तु के साथ पढ़ाने का सबसे अच्छा तरीका है। इससे पहले हम देखें कि यह कैसे किया जा सकता है, हमें विज्ञान- प्रकृति पर अपने मतों पर मोटे तौर पर सहमत होना होगा।

विज्ञान-प्रकृति : दृष्टिकोण विकास

दार्शनिकों और अन्य लोगों ने सम्पूर्ण इतिहास में विज्ञान की प्रकृति पर वाद-विवाद किया है और आज भी इसे जारी रखा हुआ है। जैसे विज्ञान ने प्रगति की है वैसी ही प्रगति, पिछली खासतौर से चार शताब्दियों के दौरान विज्ञान- प्रकृति के बारे में हमारे विचारों की भी हुई है। सोहलवीं

और सत्रहवीं शताब्दियों में, जब गैलीलियो, दकार्त, केप्लर और न्यूटन आधुनिक वैज्ञानिक ज्ञान का सृजन कर रहे थे, फ्रांसिस बैकन बता रहे थे कि उस ज्ञान का सृजन कैसे किया गया, जो कि वैज्ञानिक विधि कहलाती है। इस लेख का परिचायक पैराग्राफ विज्ञान की प्रकृति पर बैकन के विचारों से लिया गया है। बैकन का मुख्य विचार है कि विज्ञान निष्पक्ष अवलोकनों और नियंत्रित प्रयोगों से प्राकृतिक नियमों के बारे में अस्थाई निष्कर्ष (आगमिक सामान्यीकरण) बनाता है। नई विधि न केवल यह बताने में कि क्या घटित होने वाला है, बल्कि हो रही घटना को नियंत्रित करने में भी सार्थक होगी ऐसा वो समझ गये थे।

बीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में, विज्ञान के दार्शनिकों के एक प्रभावशाली समूह ने वैज्ञानिक विधि का सटीक वर्णन करने का निर्णय लिया। संक्षेप में, उन्होंने कहा कि 'अर्थपूर्ण कथन जो प्रत्यक्ष रूप से सही हों या जिनकी सत्यता की जाँच की जा सकती हो', ऐसे कथन ही विज्ञान को कार्यान्वित करते हैं। सैद्धान्तिक शब्द जैसे 'परमाणु', 'वंशाणु', या 'रासायनिक संयोजकता', का उपयोग वस्तुओं को समझने के लिए किया जा सकता है। परंतु वैज्ञानिक कथन उन शब्दों या वस्तुओं से जुड़े कुछ अवलोकनों के बारे में ही हो सकते हैं। इस नियम के अनुसार, भले ही ऐसा सोचना अहानिकारक हो, कविता अर्थपूर्ण नहीं है। अमूर्त दार्शनिक कथन और भी बुरे होते हैं, क्योंकि उनका भी कोई अर्थ नहीं होता, परंतु सही होने का दावा करते हैं! विज्ञान का यह दृष्टिकोण तार्किक प्रत्यक्षवाद कहलाता है इसका मध्यमरूप तार्किक अनुभववाद कहलाता है। परंतु, सम्पूर्ण विज्ञान उन सभी कथनों द्वारा व्यक्त नहीं किया जा सकता, जो तार्किक प्रत्यक्षवाद द्वारा ही मान्य हों।

वैज्ञानिक विधि को स्पष्ट करने का एक अन्य प्रयास कार्ल पॉपर का दर्शन है। पॉपर विज्ञान को नकली विज्ञान या खोटे विज्ञान से अलग करना चाहते थे। वे अपने मिथ्याकरण मानदंड के लिए प्रसिद्ध हैं: कोई भी सिद्धान्त वैज्ञानिक नहीं होता, यदि उसको गलत सिद्ध करने का कोई तरीका न हो। अच्छे वैज्ञानिक सिद्धान्त निश्चित अनुमान लगाते हैं, जो सही या गलत सिद्ध हो सकते हैं। यदि अनुमान सही सिद्ध होता है, तो सिद्धान्त प्रमाणित नहीं होता; बस इतना कि यह अभी तक गलत सिद्ध नहीं हुआ है। यह अच्छा विज्ञान है। इसके विपरीत, नकली-विज्ञान स्पष्ट अनुमान नहीं लगाते, जिनकी आप जाँच कर सकें। जो कुछ भी घटित होता है, उसे सिद्धान्त का प्रमाण कहा जा सकता है। पॉपर ने कहा कि विज्ञान को 'अपनी गर्दन बाहर निकालनी' चाहिए, जिसका अर्थ है, कि नए सुस्पष्ट अनुमान लगाने का खतरा मोल लें और ऐसे प्रयोग सुझाएँ जो किसी सिद्धान्त को झुठला

सकें। पॉपर आइंस्टीन के कार्य से प्रेरित थे, और उनके विचार वैज्ञानिकों को सही लगे। उन्हें अक्सर वैज्ञानिकों का तत्वज्ञानी कहा जाता है।

1950 के दशक में, क्वाइन ने इन सभी विचारों कि जाँच की और फिर अपने विचार दिए। उन्होंने तर्क दिया कि अलग-अलग अकेले कथनों को सही या गलत सिद्ध नहीं किया जा सकता, क्योंकि वे सब सिद्धान्त में संबद्ध होते हैं। एक वैज्ञानिक सिद्धान्त बहुत से पूर्वानुमानों और निष्कर्षों से मिलकर बनता है, जो परस्पर जटिल सम्बन्धों से जुड़े रहते हैं। क्वाइन ने अर्थ और जाँच के लिए साकल्यवादी सिद्धान्त को आवश्यक बताया। इस प्रकार का सिद्धान्त कथनों (भागों) और सिद्धांतों (सम्पूर्ण) के मध्य सम्बन्धों को ध्यान में रखकर, वैज्ञानिक विचारों के अर्थ और जाँच के लिए नियम बनाएगा।

वैज्ञानिक विधि को परिभाषित करने में एक समस्या है कि विज्ञान को करने के दो भाग हैं। एक रचनात्मक भाग है, जब वैज्ञानिक वस्तुओं के स्पष्टीकरणों के बारे में सोचते हैं या सपने देखते हैं। दूसरा है, जब वे सुनिश्चित नियमों द्वारा विचारों का प्रमाण देते हैं। जो दर्शन विज्ञान को एक बुद्धिसंगत गतिविधि के रूप में देखता है, उसे इन दो भागों को अलग रखना होगा। रचनात्मक भाग मनोविज्ञान या समाज-विज्ञान का काम है, जो इससे संबंधित है कि मनुष्य कैसे और किस प्रकार की परिस्थितियों में सोचते हैं। चूंकि विज्ञान के दार्शनिकों ने रचनात्मक भाग को छोड़ दिया, उनका वैज्ञानिक विधि संबंधी विचार विज्ञान को करने की आधी कहानी पर ही आधारित रह गया। उन्होंने बताया कि वैज्ञानिक विधि क्या होनी चाहिए बजाए इसके कि वह वास्तव में क्या थी।

1960 के दशक के आस-पास, थॉमस कून की प्रसिद्ध पुस्तक 'द स्ट्रक्चर ऑफ साइंटिफिक रेवोल्यूशन्स' (वैज्ञानिक क्रांतियों की संरचना) ने विज्ञान की प्रकृति और विज्ञान कैसे प्रगति करता है, के बारे में हमारे विचार बदलने शुरू कर दिए। कून ने विज्ञान के इतिहास में कुछ महत्वपूर्ण बिन्दुओं (जैसे कोपरनिकस क्रांति) का अध्ययन किया और निम्नलिखित निष्कर्षों पर पहुँचे: वैज्ञानिक सामान्यता अपने समय के मान्य विचारों के भीतर कार्य करते हैं। वे इस हद तक रूढ़िवादी होते हैं कि वे अपने सिद्धांतों को छोड़ते नहीं, भले ही कुछ परिणाम उनकी अपेक्षाओं के अनुसार न हों (विसंगतियाँ)। परंतु, जब अनपेक्षित परिणाम पर्याप्त सीमा तक सही होते हैं और बार-बार दोहराए जाते हैं, तो वैज्ञानिक मान्य विचारों पर सवाल खड़े करना शुरू कर देते हैं। बहुत

से वैकल्पिक विचार सुझाए जाते हैं, जिनमें से कुछ आशाजनक विचारों को अनेक वैज्ञानिकों का समर्थन मिलता है। इसका कारण यह भी हो सकता है कि इन विचारों को कुछ बहुत सम्मानित वैज्ञानिकों का समर्थन मिला हो। नए विचारों को स्वीकार कर लिया जाता है, ये नए प्रमाणक विचार बन जाते हैं और वैज्ञानिक मिल-बैठकर उनका विस्तृत विवरण और अनुप्रयोग तैयार करते हैं।

कून के दर्शन में मुख्य बिन्दु है कि नए मान्य विचारों का चयन विशुद्ध रूप से तथ्यों और कारणों से नहीं हुआ, परंतु आंशिक रूप से इसलिए कि अन्य वैज्ञानिकों ने इन्हें स्वीकार कर लिया है। स्वीकृत विचारों को स्कूलों और कॉलेजों में पढ़ाया जाता है, ताकि वैज्ञानिकों की अगली पीढ़ी उन्हें स्वीकार कर ले। सभी कून से सहमत नहीं हुए। लकोटोस कून के इस विचार, कि वैज्ञानिक प्रगति मुख्य रूप से बुद्धिसंगत नहीं थी, से पूर्णतया असहमत थे और उन्होंने अपने स्वयं का 'अनुसंधान कार्यक्रम' प्रतिस्पर्धा का सिद्धान्त दिया। फेयेराबेंद ने कहा, कि जिस तरह विज्ञान विकसित होता है उसकी कोई स्पष्ट विधि नहीं है और 'कुछ भी होता रहता है'। उनकी पुस्तक 'अगेन्स्ट मेथड' विज्ञान में रचनात्मकता की प्रशंसा करती है और रोज़मर्रा विज्ञान की नित्य प्रति वाली, नीरस गतिविधियों की आलोचना करती है।

कून का सिद्धान्त, अच्छा है या नहीं, विज्ञान के दर्शन में समाज-वैज्ञानिक विचार लाया। वास्तव में, कुछ समाजशास्त्रियों का मानना था कि विज्ञान का दर्शन हमें विज्ञान की प्रकृति के बारे में कुछ नहीं बता सकता, केवल वैज्ञानिकों द्वारा किया गया विस्तृत अध्ययन ही इस बारे में बता सकता है। हम इस विषय पर आगे चर्चा नहीं करेंगे। परंतु अब हम भली भांति समझ गए हैं कि विज्ञान किस प्रकार एक विशेष समाज और संस्कृति में विकसित होता है। विज्ञान के प्रबल सामाजिक संस्थान (राॅयल सोसाइटी जैसे यूरोप के वैज्ञानिक संघ), जो मुक्त और लोकतान्त्रिक परिचर्चा, अनुसंधान कि साथियों द्वारा समीक्षा और यह विचार कि वैज्ञानिक नियम प्रत्येक व्यक्ति से संबधित होते हैं, कुछ सामाजिक पहलू हैं जो वैज्ञानिक प्रगति के लिए उतने ही महत्वपूर्ण हैं जितनी कि वैज्ञानिकों कि व्यक्तिगत समझ, को प्रोत्साहित करते हैं।

विज्ञान की प्रकृति पर, इन सब दर्शनों से लिए गए कुछ विचार दिए जा रहे हैं। पहला, विज्ञान मात्र आँकड़ों (प्रेक्षणों, प्रयोगों के परिणाम) से निष्कर्ष नहीं निकालता, बल्कि कभी-कभी आँकड़ों से बहुत आगे रचनात्मक विचारों को उपयोग में लेता है। कुछ बहुत सफल सिद्धान्त सुझाए गए, आँकड़ों के कारण नहीं, बल्कि इसलिए कि वे अन्य सिद्धान्तों से मेल खाते थे, बेहतर स्पष्टीकरण देने

वाले थे या उनके द्वारा बहुत सारे सिद्धांतों को मिलाकर एक कर दिया गया। दूसरा, आंकड़े शुद्ध रूप में प्राप्त नहीं होते; वैज्ञानिक सिद्धांतों के आधार पर तय करते हैं कि कौन से आंकड़े इकट्ठे करने हैं। (इसके बावजूद भी विज्ञान वस्तुनिष्ठ है।) तीसरा, वही आंकड़े उन्हीं चीजों के लिए विभिन्न सिद्धान्त प्रमाणित कर सकते हैं, जिसका अर्थ है कि ये उन में से किसी एक को दृढ़निश्चय से प्रमाणित नहीं कर सकते। चौथा, विज्ञान का संबंध चिंतन से है, परंतु इतना ही नहीं; यह साथी वैज्ञानिकों के साथ सहमत होने से संबंधित भी है। पाँचवाँ, विज्ञान, प्रौद्योगिकी और सोसाइटी(STS) एक दूसरे को प्रभावित करते हैं। हमें वैज्ञानिक प्रयोगों के खतरों और बिना सोचे-समझे प्रौद्योगिकी के उपयोग को ध्यान में रखना चाहिए।

यह संक्षिप्त जानकारी विषय का मात्र स्वाद देने के लिए है; यह निश्चित रूप से विज्ञान के दर्शन सूक्ष्म बिन्दुओं को शामिल नहीं करता। इस विषय की अधिक विस्तृत व्याख्या और यहाँ दिए गए चिरसम्मत संदर्भों के लिए, उदाहरण स्वरूप गॉडफ्रे-स्मिथ (Godfrey-Smith,2003) देखें।

विज्ञान की प्रकृति : कैसे और क्या पढ़ाना है

विज्ञान की प्रकृति पर ऐतिहासिक और सामयिक परिचर्चा को ध्यान में रखते हुए, आइए निर्धारित करें कि स्कूल में विज्ञान की प्रकृति के बारे में छात्रों को क्या पढ़ाना चाहिए। स्पष्ट है कि दार्शनिक बिन्दु कक्षाओं के लिए नहीं हैं। विज्ञान की प्रकृति पर भिन्न धारणाओं के होते हुए भी, अधिकांश विचारक कुछ अत्यावश्यक बातों पर सहमत हैं, जो युवा विद्यार्थी सीख सकते हैं। हम संयुक्त राष्ट्र में विकसित 'नेक्स्ट जेनेरेशन साइंस स्टैंडर्ड'(एनजीएसएस),2013, और अन्य स्थानों पर वर्णित ऐसे विषयों, जैसे, पमफ्रे(Pumfrey ,1991), ओसबोर्न और सहकर्मी(Osborne et al, 2002) और टेलर एवं हंट(Taylor and Hunt, 2014) को पढ़ने की अनुशंसा करते हैं। नीचे दी गई सूची में कुछ उद्देश्य दिए गए हैं, जिन पर इस क्षेत्र के अधिकांश विचारक सहमत हैं। विज्ञान की प्रकृति के उद्देश्यों पर अधिक विवरण दिए गए संदर्भों में है। विषय के गहन अध्ययन के लिए एरदुरान और दाघर (Erduran and Dagher, 2014) देखें।

विज्ञान के उद्देश्यों की प्रकृति (सार)

विद्यार्थियों को समझना चाहिए :

कार्यक्षेत्र

विज्ञान, प्रेक्षणों और प्रयोगों से प्राप्त आँकड़ों (आनुभविक साक्ष्य) के आधार पर, भौतिक संसार का

वर्णन करने और समझाने का प्रयास करता है। ज्ञान के कुछ क्षेत्र इसके कार्यक्षेत्र से परे हो सकते हैं।

विधियाँ

विज्ञान विविध प्रकार की विधियों को उपयोग में लेता है; विज्ञान की कोई सर्वव्यापक विधि नहीं है।

विज्ञान केवल आगमन (आँकड़ों से सामान्यीकरण) को ही शामिल नहीं करता। आँकड़ों के स्पष्टीकरण (परिकल्पनाएँ और सिद्धान्त) समझाने के लिए रचनात्मकता और कल्पना समान रूप से महत्वपूर्ण हैं।

प्रेक्षण और प्रयोग किसी सिद्धान्त को निर्धारित करने के लिए अक्सर पर्याप्त नहीं होते।

विज्ञान में विशेषज्ञ निर्णय शामिल होते हैं, केवल तार्किक आगमन नहीं। अतः, विभिन्न वैज्ञानिक भिन्न निष्कर्षों पर पहुँच सकते हैं।

सामाजिक पहलू

विज्ञान इस रूप में सहयोगशील है कि बहुत से लोग मिलकर काम करते हैं, इनमें से कुछ महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। विज्ञान के विकास के लिए खुली परिचर्चा, साथी समीक्षा और ज्ञान सभी का हो ऐसा मानने वाले सामाजिक संस्थान आवश्यक हैं।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी, जिस समाज और संस्कृति का परिणाम है वहीं उन परिस्थितियों और समस्याओं की ओर ले जा सकती है, जिनका विभिन्न तरीकों से, उसी संस्कृति पर निर्भर रह कर, सामना करना होगा।

वैज्ञानिक ज्ञान

विज्ञान परिवर्तित और विकसित होता रहता है, विशेषकर जब नए आनुभविक सबूत सामने आते हैं। केन्द्र पर आधारित विचार अधिक सुनिश्चित होते हैं, जबकि खोजे गए नए विचारों के परिवर्तित होने की संभावना अधिक होती है।

अंत में, सबसे महत्वपूर्ण परंतु कठिन प्रश्न : हम विज्ञान की प्रकृति कैसे पढ़ाएँ? अकेली विषय-वस्तु विज्ञान शिक्षा नहीं है। जैसा कि पाठ्यचर्या सुधारों का इतिहास बताता है, यह कोई नया विचार

नहीं है। 1970 के दशक के आस-पास, कुछ शैक्षिक सुधारकों ने विज्ञान की विषय-वस्तु की तुलना में उसके प्रक्रमों को अधिक महत्व दिया। विज्ञान के प्रक्रम हैं : प्रेक्षण, मापन, वर्गीकरण, विश्लेषण, निष्कर्ष निकालना, व्याख्या करना, प्रयोग करना, अनुमान लगाना, सम्प्रेषण, आदि। इस अभिगम को सावधानी पूर्वक जाँचा गया। कुछ शिक्षक सहमत नहीं हुए कि प्रक्रमों का एक ऐसा सेट है, जो सभी प्रकार के विज्ञानों में सर्वनिष्ठ है। उदाहरण के लिए, मिलर और ड्रिवर (1987) देखें।

विज्ञान के शिक्षण-अभिगम के लिए जाँच-आधारित अभिगम पर व्यापक सहमति बनी हुई है। यह अभिगम रचनावादी दर्शन पर आधारित है। यह प्रक्रम-आधारित अभिगम है, परंतु इसमें प्रश्न पूछना, विवेचनात्मक चिंतन, साक्ष्य-आधारित स्पष्टीकरण देना, इसका औचित्य देना, इसे विद्यमान वैज्ञानिक ज्ञान से जोड़ना इत्यादि। यह उस तरीके से विज्ञान सीखने की अनुशंसा करता है, जिस तरीके से वैज्ञानिक सिफारीश करते हैं।

अन्वेषण कार्य एक प्रश्न प्रस्तुत करते हैं और साक्ष्य-आधारित स्पष्टीकरण पूछते हैं। ये कार्य छोटे बच्चों के लिए सरल और बड़े विद्यार्थियों के लिए जटिल होते हैं। ये कार्य विज्ञान की विषय-वस्तु या विज्ञान, प्रौद्योगिकी और सोसाइटी (STS) पर केन्द्रित हो सकते हैं। अन्वेषण कार्य विद्यार्थियों को अन्वेषण विधि के बारे में ही सोचने के लिए कह सकते हैं और इसमें विज्ञान की प्रकृति के शैक्षिक उद्देश्य शामिल हो जाते हैं। फ्लिक और लेडरमन (Flick and Lederman, 2006) में जाँच अभिगम के, विज्ञान की प्रकृति के साथ संबंध सहित, विवेचनात्मक स्पष्टीकरण को देखें।

एक अन्य अभिगम विज्ञान की प्रकृति को पढ़ाने के लिए विज्ञान के इतिहास को उपयोग में लेती है। यह भी कोई नया विचार नहीं है; हॉल्टन और ब्रश (Holton and Brush, 2001) की उत्कृष्ट पुस्तक देखें। इस अभिगम के कुछ लाभ हैं। विज्ञान के इतिहास में मानव कहानियाँ हैं, जो विज्ञान को जीवंत करती हैं और विद्यार्थियों में रुचि उत्पन्न करती हैं। इसमें अक्सर विद्यार्थियों के अपने विचारों के साथ समानताएँ होती हैं और यह उन विचारों को सही करने में मदद करता है। इस बारे में सीखना कि आज हम विज्ञान कैसे जानते हैं, जो इतिहास में विभिन्न समयों में बहुत से वैकल्पिक विचारों से उत्पन्न हुआ, से विद्यार्थी विवेचनात्मक रूप से सोच सकते हैं। विज्ञान का इतिहास, विज्ञान की प्रकृति को सीखने की सबसे अधिक प्राकृतिक व्यवस्था है। इस मुद्दे पर हाल ही में प्रकाशित विस्तृत पुस्तिका (Matthews, 2014) देखें। जैसा कि लेडरमन (2006) ने तर्क दिया

है, विज्ञान की प्रकृति के उद्देश्य मुख्य रूप से संज्ञान (अधिगम और चिंतन) से जुड़े हैं और इनका आकलन हो सकता है। इन उद्देश्यों को अनुदेशों द्वारा स्पष्ट किया जाना चाहिए; ये किसी और में शामिल नहीं किए जा सकते। यह सत्य है कि विज्ञान की प्रकृति को पढ़ाने के लिए हम चाहे जांच- या इतिहास-आधारित अभिगम को उपयोग में लें, यदि हमें विज्ञान की प्रकृति पर विद्यार्थियों के विचारों को सुधारना है तो अन्वेषण कार्य और विज्ञान के इतिहास पर आधारित विवरणात्मक अंशों कि पूरी श्रृंखला को विकसित करने की आवश्यकता है।

आभार

इस लेख को पढ़कर इसके सुधार हेतु उपयोगी टिप्पणियाँ देने के लिए होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजुकेशन (टाटा इन्स्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च) के जे. रामदास, एस. चूनावाला और के. सुब्रामनियम को धन्यवाद देते हुए हर्ष हो रहा है।

संदर्भ

- Erduran, S., and Z. R. Dagher. 2014. *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Flick, L. B., and N. G. Lederman, eds. 2006. *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Godfrey-Smith P. 2003. *Introduction to Philosophy of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Holton, G., and S. G. Brush. 2001. *Physics, the Human Adventure*, 3rd ed. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Lederman, N. G. 2006. "Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction." In Flick, L. B., and N. G. Lederman, eds., op. cit., 301–317.
- Matthews, M. R., ed. 2014. *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Millar, R., and R. Driver. 1987. "Beyond Processes." *Studies in Science Education* (14): 33–62.
- NGGS. 2013. *Next Generation Science Standards: For States, by States*, Appendix H. Accessed www.nextgenscience.org.
- Osborne, J., M. Ratcliffe, H. Bartholomew, S. Collins, and R. Duschl. 2002. "EPSE Project 3 Teaching Pupils 'Ideas-About-Science.'" *School Science Review* 84

(307): 29–33.

Pumfrey, S. 1991. "History of Science in the National Science Curriculum: A Critical Review of Resources and Their Aims." *British Journal of the History of Science* 24: 61–78.

Redish, E. F. 2003. *Teaching Physics with the Physics Suite*. Hoboken, NJ: Wiley.

Taylor, J. L., and A. Hunt. 2014. "History and Philosophy of Science and the Teaching of Science in England." In Matthews, M. R., ed., op. Cit., 2045–2082.

यह निम्नलिखित लेख का सरलीकृत रूप है :

Kumar, A. (2015) Nature of Science. i wonder... a science magazine for middle school teachers from Azim Premji University. November 2015 issue (issue 1)
The full issue can be accessed at <http://azimpremjiuniversity.edu.in/SitePages/pdf/I-Wonder-Science-Magazine.pdf>

यह लेख यहाँ लेखक और प्रकाशक की अनुमति से उपयोग में लिया गया है।

अरविंद कुमार, पहले होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजुकेशन (टाटा इन्स्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च), मुंबई में कार्यरत रहे, अब सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज़, मुंबई में पढ़ा रहे हैं। उनकी मुख्य शैक्षिक अभिरुचियाँ सैद्धान्तिक भौतिकी, भौतिकी शिक्षा और विज्ञान शिक्षण में विज्ञान के इतिहास और दर्शन की भूमिका हैं।

ई-मेल : arvindk@hbcse.tifr.res.in

इकाई 02: विषय-वस्तु से जुड़ा शिक्षा-शास्त्रीय ज्ञान

सक्रा 02: कक्षाओं में वैज्ञानिक सोच को बढ़ावा देना

निरूपण और तर्क

शमिन् पडलकर

जब हम विज्ञान सीखते हैं, तो हम मुख्य रूप से दो चीजें करते हैं: हम कुछ नई जानकारी सीखते हैं और सीखते हैं कि इसका उपयोग कैसे करें। उदाहरण के लिए, हम विषाणुओं और जीवाणुओं के बारे में सीख सकते हैं और उसके आधार पर समझाना सीख सकते हैं कि हम क्यों बीमार पड़ते हैं और कैसे कोई बीमारी ठीक हो सकती है। अतः सोच दो चीजों से बनी है : मानसिक निरूपण (जानकारी) और मानसिक प्रक्रम (निष्कर्ष निकालने के लिए जानकारी का उपयोग कैसे करें). यह अनुरूपता कंप्यूटर से ली गई है, जहाँ एक कंप्यूटर कुछ जानकारी संचित करता है (निरूपण) और एक निर्गम (निष्कर्ष) देने के लिए, दिए गए प्रोग्राम के अनुसार उस पर कार्य (प्रक्रमण) करता है। आइए मानवीय मानसिक निरूपणों और प्रक्रमों को निकट से देखें।

उदाहरण और नियम (Instances and Rules)

हम बचपन से ही प्रकृति में बहुत कुछ घटित होता देखते हैं। उदाहरण के लिए, हम देखते हैं सूर्य का उदय होना, चंद्रमा के बदलते आकार, पेड़ों पर फूल आना, पानी का बहना आदि। हम धीरे-धीरे कुछ परिघटनाओं में पैटर्न देखना शुरू कर देते हैं। उदाहरण के लिए, कोई बच्चा यह देख सकता है कि सूर्य प्रतिदिन एक विशेष दिशा से उदय होता है; कोई बड़ा उस दिशा को 'पूर्व' नाम दे सकता है और वह बच्चा निष्कर्ष निकालता है कि 'सूर्य पूर्व से उदय होता है'। इसी प्रकार, दूसरा बच्चा देखता है आम के कई पेड़ों पर फूल आ गए हैं और पिछले वर्ष भी लगभग इन्हीं दिनों इन पर फूल आए थे। वह बच्चा यह नियम दे सकता है कि 'आम के पेड़ों पर वसंत ऋतु में फूल आते हैं।' हम बहुत से सामान्य अवलोकन करते हैं और उन पर आधारित नियम प्राप्त करते हैं। इस प्रकार का तर्क 'आगमनात्मक तर्क' कहलाता है। आगमनात्मक तर्क में प्रायः हम कुछ अवलोकनों का सामान्यीकरण करते हैं। जब तक कि हमें कोई विवादास्पद साक्ष्य न मिल जाए, ये सामान्यीकरण सही माने जाते हैं। उदाहरण के लिए, जब मैं बच्ची थी तो सोचा करती थी कि ताज़ी पत्तियाँ हरी

होती हैं, जब तक कि मैंने बगीचे में एक पौधे पर लाल पत्तियाँ नहीं देख लीं। मुझे अभी तक याद है कि मैं कितना आश्चर्यचकित हुई थी और उलझन में पड़ गयी थी।

उच्च स्तर पर, हम दो राशिओं के बीच संबंध का क्रमबद्ध अध्ययन करते हैं और एक नियम बनाने का प्रयास करते हैं। उदाहरण के लिए, हम देख सकते हैं कि स्टील से बना टिफिन बॉक्स ऊष्मा के कारण फैल जाता है (अतः उस पर ढक्कन फिट नहीं होता) और हम अन्वेषण कर ज्ञात कर सकते हैं कि क्या गरम करने पर सभी पदार्थ सदा फैल जाते हैं। हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि धातु गरम करने पर सदा फैलते हैं (पारा भी !), अन्य पदार्थ फैलें या न भी फैलें (जैसे, जल एक निश्चित ताप तक ही फैलता है।) इसके अलावा, हम यह अध्ययन कर सकते हैं कि कैसे किसी लोलक का आवर्त काल परिवर्तित होता है, जब हम गोलक का द्रव्यमान, डोरी की लंबाई या उसका आयाम परिवर्तित करते हैं। (और अनुमान लगाएँ कि हम क्या नियम बना सकते हैं।) ऐसे नियम 'आनुभविक' नियम कहलाते हैं और जिस प्रक्रम द्वारा हम इन तक पहुँचते हैं, वह 'आनुभविक-आगमनात्मक' चिंतन कहलाता है।

फिर भी, हम बनाए गए नियमों के बारे में आश्वस्त नहीं हो सकते, क्योंकि यह कभी भी हो सकता है कि कोई परस्पर-विरोधी मामला सामने आ जाए। अतः हम सदा इन नियमों को प्रस्तावित या 'प्राकल्पित' करते हैं। प्राकल्पनाओं को बनाना और उनके परीक्षण के तरीके ढूँढना वैज्ञानिक विधि का एक सबसे विशिष्ट लक्षण है। (याद करें इकाई 1 में लेख 'विज्ञान की प्रकृति')। वास्तव में, जब कोई प्राकल्पना पहले कुछ मामलों में एक बार सिद्ध हो जाती है, तो वैज्ञानिक सदा उसे नकारने के तरीके ढूँढते हैं, न कि उसकी पुष्टि करने के! आप बहुत सी पुष्टियाँ ढूँढ सकते हैं, परंतु परस्पर-विरोधी साक्ष्य का एक हिस्सा ही होता है जो विज्ञान को आगे ले जाता है! अतः प्राकल्पना परीक्षण वैज्ञानिक चिंतन में विशिष्ट होता है - चाहे वह हमारे नियमित जीवन में हो या उन्नत विज्ञान प्रयोगशालाओं में!

संकल्पनाएँ (Concepts)

निरूपण कि अगली सरलतम इकाई 'संकल्पना' हो सकती है। हम अपने चारों ओर के संसार को वर्गीकृत करने के लिए संकल्पनाओं का उपयोग करते हैं। उदाहरण के लिए, 'कुत्ते' की संकल्पना लीजिए। कोई बच्चा कुछ असली कुत्ते देखता है, संभवतः कुत्तों के कुछ चित्र देखता है और कुत्ते के मूलभूत गुण ज्ञात कर लेता है। अतः, कुछ ठोस उदाहरणों से, हम संकल्पना बना लेते हैं। जैसे कि

आप अनुमान लगा सकते हैं, अधिकांश बच्चे डेढ़ वर्ष की आयु में ही यह सब करने में सक्षम हो जाते हैं। उनके बहुत से पहले शब्द, वास्तव में संकल्पनाएँ होती हैं, जैसे 'गाय', 'फूल' और 'चॉकलेट'। पहले स्तर की कठिनाइयाँ तब उठ खड़ी होती हैं, जब बच्चों को उन संकल्पनाओं का सामना करना पड़ता है जो प्रत्यक्ष रूप से दिखाई नहीं देती हैं। उदाहरण के लिए, 'वायु' को देखा नहीं जा सकता, परंतु हम इसकी उपस्थिति अन्य बोधात्मक अनुभवों (जैसे, हवा द्वारा धूल को ऊपर उठते हुए देखना) और अप्रत्यक्ष विधियों से (जैसे, बुलबुलों का बनना, जब हम एक खाली गिलास पानी से भरी बाल्टी में डुबोते हैं) ज्ञात कर लेते हैं। ऐसी संकल्पनाओं को पढ़ाते समय हमें सतर्क रहने की आवश्यकता है। हम इन्हें तब तक नहीं पढ़ा सकते, जब तक कि बच्चे इतने बड़े न हो जाएँ कि वे निष्कर्ष निकाल सकें। उनकी संकल्पना और जो वे वास्तव में प्रस्तुत करते हैं, उसके लिए उन्हें बहुत से ठोस अनुभव देने चाहिए। इसलिए, स्कूल विज्ञान की प्राथमिक और उच्च प्राथमिक कक्षाओं में ऐसी संकल्पनाओं को समझने के लिए विद्यार्थियों की मदद हेतु बहुत सी सावधानी पूर्वक डिज़ाइन की गई गतिविधियों को शामिल किया जाना चाहिए।

कठिनाई का अगला स्तर तब सामने आता है, जब बच्चों को उन संकल्पनाओं के साथ काम करना पड़ता है, जो मूर्त वस्तुओं से संबन्धित नहीं होती। उदाहरण के लिए, संकल्पनाएँ जैसे ऊर्जा, बल, त्वरण, चालकता, रासायनिक बंध आदि। विज्ञान इस प्रकार की संकल्पनाओं से भरा पड़ा है। हमने ये संकल्पनाएँ रची हैं, ताकि हम समझ सकें कि प्रकृति कैसे कार्य करती है। अनुभव से, यह देखा गया है कि किशोर (12 वर्ष से बड़े) इन संकल्पनाओं को समझने में सक्षम होते हैं। अतः, इन संकल्पनाओं को हाई स्कूल स्तर पर बताना सही रहता है। इससे छोटी आयु में इन संकल्पनाओं का अर्थ समझना कठिन होता है। ऐसी वस्तुएँ या उदाहरण नहीं दिखाए जा सकते जो इन संकल्पनाओं को स्पष्ट कर सकें। परंतु इन संकल्पनाओं को समझने योग्य बनाना और इनके साथ काम करना वैज्ञानिक चिंतन के लिए कठिन है। शिक्षक के रूप में, हमें यह जानने की आवश्यकता है कि किन संकल्पनाओं को समझना कठिन है और हम कैसे अपने विद्यार्थियों को इन्हें समझा सकते हैं, इनका महत्व बता सकते हैं।

तर्क या निगमनात्मक चिंतन (Logic or Deductive Thinking)

वास्तव में, मात्र संकल्पनाओं को जानने से कोई बहुत लाभ होने वाला नहीं है। हमें जानना होगा कि निष्कर्ष निकालने के लिए इन संकल्पनाओं का उपयोग कैसे करें। निम्नलिखित वाक्यों पर

विचार करें :

मछलियाँ साँस लेने के लिए पानी के भीतर रहती हैं।

शार्क एक प्रकार कि मछली है।

हम आसानी से निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि

शार्क साँस लेने के लिए पानी के भीतर रहती है।

यह निगमनात्मक तर्क कहलाता है। विज्ञान में, हम परिचित तथ्यों को परस्पर जोड़ते हैं और नई जानकारी प्राप्त करते हैं। उदाहरण के लिए, जब हम न्यूटन के नियमों से केप्लर के नियम प्राप्त करते हैं, तो हम व्युत्पन्नों का उपयोग कर रहे हैं। वास्तव में, उच्च कक्षाओं में जो भी व्युत्पन्न हम सीखते हैं, उसमें निगमनात्मक तर्क उपयोग में लेते हैं। तीन वर्ष का छोटा बच्चा सरल निगमनात्मक तर्क का उपयोग कर सकता है। जैसे-जैसे तर्क और अधिक जटिल होते जाते हैं (अधिक जानकारी साथ जोड़ लेता है), तो हो सकता है कि हम स्वाभाविक मानसिक प्रक्रमों या 'मन में करके' निष्कर्ष पर न पहुँच सकें। हम प्रक्रम करने के लिए अपनी स्मृति स्थान का कुछ भाग खाली रखने के लिए समीकरण लिखने के लिए कागज़ और पेंसिल का उपयोग करते हैं।

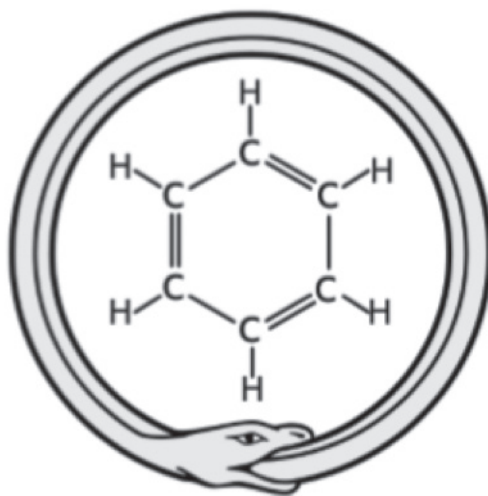
इस प्रकार, समीकरणों और सांकेतिक तर्क जैसे निरूपण उन्नत निगमन के लिए उपयोग में लिए जाते हैं। विज्ञान के विद्यार्थियों को निरूपणों कि परिपाटियों और उनको उपयोग में लेने के नियमों को सीखना चाहिए। यह सबसे सामान्य कौशल में से एक है, जिसे वैज्ञानिक उपयोग में लेते हैं। हमें अपने विद्यार्थियों को यह कौशल सीखाने का प्रयास करना चाहिए, बजाए किसी विशेष व्युत्पन्न के, जिसे वे याद कर लेंगे और परीक्षा में दोहरा देंगे। विद्यार्थी शुरू में छोटे चरणों में काम करेंगे, तो लग सकता है कि यह एक अधिक समय लेने वाला प्रक्रम है, परंतु वास्तव में ऐसा नहीं है! एक बार वे कौशल प्राप्त कर लेते हैं, तो वे स्वयं कोई भी व्युत्पन्न प्राप्त करने में सक्षम हो जाएँगे। अतः हम अलग-अलग व्युत्पन्न सीखने में लगा समय बाद में बचा लेंगे।

मनोगत छवियाँ (Mental Images)

परंतु क्या संकल्पनाएँ और निगमनात्मक तर्क सम्पूर्ण वैज्ञानिक चिंतन को शामिल कर लेंगे? नहीं, संकल्पनाएँ केवल एक प्रकार का मनोगत निरूपण हैं। आपको क्या याद आता है, जब मैं कहती हूँ 'मोती'? यथा संभव एक मोती की छवि मन में उभरेगी। इस मनोगत छवि में मोती का रंग और

चमक (दिखने वाले गुण) और इसकी लगभग आकृति और साइज़ (स्थानिक गुण) शामिल होंगे। यहाँ ध्यान दें कि मनोगत कल्पना केवल 'दृश्य' मनोगत छविओं तक सीमित नहीं है; हम अन्य इंद्रियों से भी अभिकल्पन कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, 'इमली' शब्द हमारी रससंवेदी (स्वाद संबंधी) अभिकल्पन को जाग्रत करेगा, 'कोयल' श्रव्य (सुनने से संबन्धित) कल्पन को जाग्रत करेगा और 'चमेली' घ्राण (गंध संबंधी) कल्पन को जाग्रत करेगा। वस्तुओं की उपस्थिति के बिना वस्तुओं की अनुभूति का होना मनोगत कल्पन कहलाता है। दृश्य कल्पन पर सबसे अधिक अध्ययन किया गया है। कल्पन के और कौनसे प्रकार हो सकते हैं?

मनोगत छविओं का विज्ञान से क्या सरोकार है? क्या आप जानते हैं कि केकुले ने बेंज़ीन कि खोज कैसे की थी? वे जानते थे कि बेंज़ीन में 6 कार्बन परमाणु और 6 हाइड्रोजन परमाणु होते हैं। परंतु वे इन सब परमाणुओं को साथ लेकर बनने वाली संरचना कि कल्पना नहीं कर पाए; चक्रीय संरचनाएँ उस समय तक ज्ञात नहीं थीं। उन्होंने औरोबोरोस (अपनी स्वयं की पूँछ निगलता साँप, देखें चित्र 1) का दिवा-स्वप्न देखा और तब उन्हें लगा कि बेंज़ीन की संरचना एक वलय के रूप में हो सकती है! इसने चक्रीय कार्बनिक यौगिकों की दुनिया खोल दी!



चित्र 1 : औरोबोरोस (अपनी स्वयं की पूँछ निगलता साँप) और बेन्जीन की संरचना

अतः, मनोयोग अभिकल्पन वैज्ञानिक खोज में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह विज्ञान सीखने में भी विशिष्ट भूमिका निभाता है। माना हम पाचन तंत्र पढ़ा रहे हैं, तो हम एक चित्र, एक त्रिविमीय मॉडल या संभव हो तो कंप्यूटर एनीमेशन का उपयोग कर सकते हैं। ये सब वास्तविकता के निरूपण हैं। अधिकांश विद्यार्थी पाचन तंत्र को कभी देख नहीं पाते, सिवाय उनके जो चिकित्सा के क्षेत्र में उच्च शिक्षा प्राप्त करते हैं। सभी निरूपणों से, विद्यार्थियों को अपने लिए स्वयं पाचन तंत्र की छवि बनानी होगी। यह छवि उनकी समझ को मदद करेगी, जब वे यह समझाने का प्रयास करेंगे कि भोजन कैसे पचता है, अम्लता के क्या कारण हो सकते हैं और कैसे अम्लता आमाशय के अल्सर (नासूर) का कारण बन सकती है।

अतः, हमें विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करना चाहिए वे जो देखते हैं (जैसे, पट्टियों के विभिन्न आकार) और जो वे समझते हैं (जैसे, पाचन तंत्र), उसे चित्रित करें और उनका वर्णन करें। अपने चित्रों में सफाई कि अपेक्षा संकल्पनात्मक बोध पर ध्यान दें। पाचन तंत्र का चित्र बनाते समय, जो विद्यार्थी विभिन्न अंगों के मध्य सही संबंधों के साथ कच्चा(रफ) चित्र बनाता है, वह उस विद्यार्थी से अच्छा है जो अंगों के परिष्कृत चित्र बनाता है, परंतु उनके मध्य गलत संबंध प्रदर्शित करता है। विद्यार्थियों को एक ही वस्तु के विभिन्न चित्र दिखाएँ, ताकि वे यथार्थ और समृद्ध मनोगत छवियाँ बना लें (देखें चित्र 2)। उन्हें समानताएँ (जैसे, छोटे घोंघे के खोल, सूरजमुखी फूल के सिरे, भँवर और किसी आकाशगंगा पर सर्पिल) और पैटर्न (जैसे, मधुमक्खी के छत्ते में षट्कोणीय कोशिकाएँ, फूलों में पंखुड़ियों की संख्या)।

मनोगत मॉडल (Mental Model)

एक अधिक जटिल प्रकार का मनोगत निरूपण मनोगत मॉडल कहलाता है। एक मनोगत मॉडल में कुछ संबंधित संकल्पनाएँ और छवियाँ होती हैं। उदाहरण के लिए, सौर तंत्र के मनोगत मॉडल में उसका रफ मॉडल (जैसे, केन्द्र में सूर्य और उसके चारों ओर चक्कर लगाते ग्रह) शामिल होगा। इसमें सूर्य, ग्रह, उपग्रह, ग्रहिकाएँ, धूमकेतु जैसी संकल्पनाएँ; उनके बीच संबंध; उनकी स्थितियों, गतियों, आकृतियों, आकारों और द्रव्यमानों और बहुत सी अन्य चीजों के बारे में जानकारी भी शामिल हो सकती है। हमारे पास मनोगत मॉडलों के भागों जैसे कोई विशेष ग्रह या पृथ्वी-चंद्रमा तंत्र और अन्य के चित्र हो सकते हैं।

मनोगत मॉडल वैज्ञानिक सिद्धांतों के विकास में विशिष्ट भूमिका निभाते हैं। उदाहरण के लिए,

नाभिक का मॉडल नाभिकीय भौतिकी की कोर में है, परमाणु का मॉडल रसायन के सम्पूर्ण क्षेत्र की कोर में है, डीएनए के मनोगत मॉडल आनुवंशिकी के आधार हैं आदि। ऐसा माना जाता है कि मनोगत मॉडल किसी भी सिद्धान्त का ढाँचा बनाते हैं। क्या आप अन्य मनोगत मॉडलों के बारे में सोच सकते हैं, जो किसी सिद्धान्त के लिए विशेष हों?

दृश्य-स्थानिक सोच (Visuospatial Thinking)

याद करें कि संकल्पनाएँ एक प्रकार के मनोगत निरूपण होते हैं और यह कि हम उनसे निष्कर्ष निकालने के लिए तर्क का उपयोग करते हैं।

इसी प्रकार, मनोगत मॉडल अन्य प्रकार के मनोगत निरूपण हैं। जो तर्क जिनका उपयोग हम मनोगत मॉडलों से निष्कर्ष निकालने के लिए करते हैं, मॉडल-आधारित तर्क कहलाते हैं। उदाहरण के लिए, खगोलज्ञ अक्सर सूरज और चंद्र ग्रहणों के समयों को पहले ही बता देते हैं। वे ग्रहों के पारगमन, धूमकेतुओं के प्रक्षेप-पथ (और क्या वे वापस लौटेंगे), आदि का पूर्वानुमान लगा लेते हैं। उन्हें ऐसा करने के लिए छविओं, समीकरणों, और भाषा के उपयोग की आवश्यकता होती है। तर्क के अलावा, मॉडल-आधारित तर्क में दृश्य-स्थानिक सोच शामिल होती है। एक सामान्य प्रश्न पर विचार करें : पृथ्वी पर दिन और रात कैसे होते हैं? इसके स्पष्टीकरण में पृथ्वी की एक छवि और उस पर पड़ता सूर्य का प्रकाश शामिल होंगे।

हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि किसी भी समय पृथ्वी के आधे भाग में उजाला होगा और आधे में अंधेरा होगा। अब, हम अपने मन में पृथ्वी को धीरे धीरे घुमाते हैं और निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि समापक (दिन और रात को विभाजित करने वाली रेखा) पर विभिन्न स्थान पड़ रहे हैं। आधा घूमने के बाद, उजाले वाले भाग में अंधेरा हो जाएगा और इसके विपरीत भी। यहाँ, हम एक परिस्थिति कि कल्पना करते हैं और मन में किसी निष्कर्ष को समझने या निकालने के लिए उसका अनुकरण करते हैं। अतः, कल्पना करना और स्थानिक सोच (एकसाथ दृश्य-स्थानिक सोच) मॉडल-आधारित तर्क के महत्वपूर्ण घटक हैं।

यद्यपि विज्ञान के अन्वेषण और सीखने में मनोगत अभिकल्पन और दृश्य-स्थानिक सोच दोनों शामिल हैं, हमारे शैक्षिक तंत्र में इन पर बहुत कम बल दिया गया है। हम अपने विद्यार्थियों को भाषा

और गणित साधनों (टूल) के ही रूप में पढ़ाते हैं, जिससे वे सोच सकते हैं। परंतु दृश्य-स्थानिक सोच को विकसित करने के लिए बहुत प्रयास नहीं किया गया है। विद्यार्थियों को कहा जाना चाहिए कि वे मन में स्थितियों पर विचार करें, जैसे कि आपस में गुथी हुई गियर। यह उदाहरण उन्हें यह समझने में मदद करेगा कि कोई साइकिल कैसे कार्य करती है।

यह गियरों के जटिल तंत्र को डिज़ाइन करने में पहला चरण है, जिनका उपयोग मोटर-वाहनों और घड़ियों में किया जाता है। उन्हें एक कुर्सी की कल्पना परिप्रेक्ष्यों में करने को कहें। यह उन्हें योजनाओं को पढ़ने में मदद करेगा, जब आने वाले जीवन में वे एक मकान खरीदते हैं, या मकानों और अन्य ढाँचों को डिज़ाइन करते हैं, यदि वे वास्तुकार या इंजीनियर बनने की सोचते हैं! उन्हें अपनी बस्ती में नई सड़कें खोजने के लिए प्रोत्साहित करें और स्कूल भ्रमण की योजना बनाते समय उनकी मदद लें, ताकि वे आने वाले जीवन में बड़ी और नई परिस्थितियों से निपट सकें!

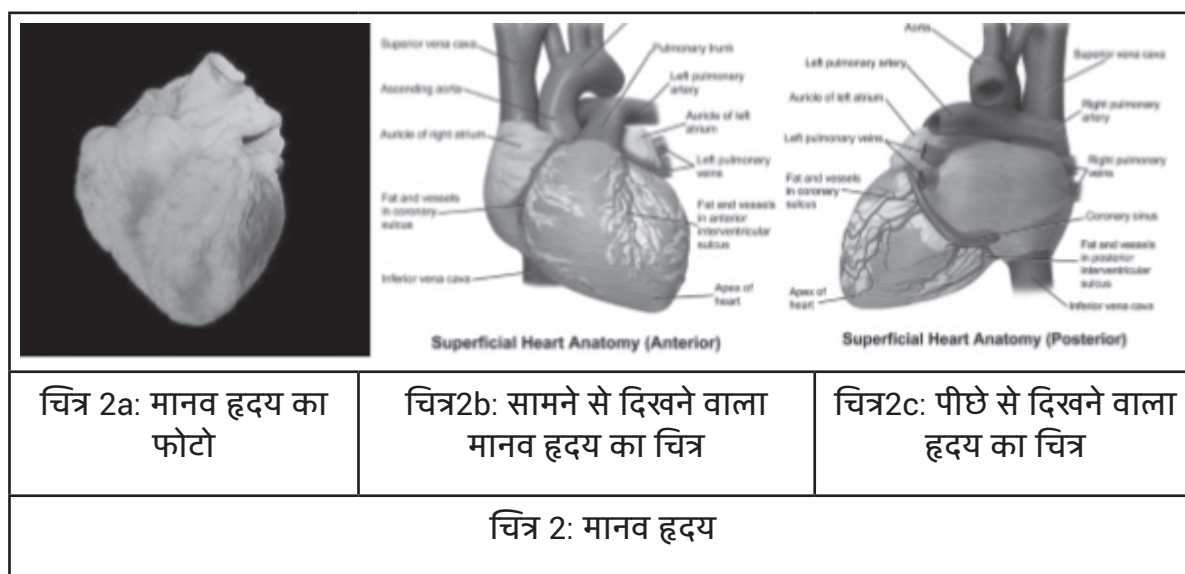
निरूपण क्षमता (Representational Competence)

संकल्पनाएँ हैं और नियम हैं। संख्याएँ हैं और समीकरण हैं। छवियाँ हैं और मनोगत मॉडल हैं। ज्ञान को कई तरीकों से प्राप्त और व्यक्त किया जा सकता है। कोई एक तरीका पर्याप्त नहीं है!

प्रत्येक मनोगत निरूपण के लिए, बहुत से वाह्य निरूपण होते हैं। उदाहरण के लिए 'पृथ्वी' को लें। किसी एक भाषा में इसे कई शब्दों द्वारा निरूपित किया जा सकता है (जैसे, हिन्दी में 'धरती', 'वसुंधरा', आदि). इसके लिए हम 'संसार' शब्द का उपयोग करते हैं, जब इसका संबंध लोगों और राष्ट्रों से होता है। हम 'भूमि' या 'थल' कहते हैं, जब इसका संबंध सतह से होता है। साथ ही, हम जानते हैं कि पृथ्वी एक ग्रह है। कार्ल सगन (Carl Sagan) इसे पीला नीला बिन्दु ('Pale Blue Dot') कहते हैं। कई संस्कृतियों में इसे माँ या देवी मानते हैं। इस प्रकार, इसके लिए बहुत से रूपक प्रयोग में लेते हैं। हमारे पास इसका साइज़ बताने के लिए संख्याएँ हैं और इसका आकार तथा प्रक्षेप-पथ व्यक्त करने के लिए समीकरण हैं। इसके विभिन्न पहलुओं (आंतरिक संरचना, एक परिच्छेदी दृश्य) को व्यक्त करने के लिए बहुत से चित्र, विभिन्न प्रकार के मानचित्र (एक समतल पर सतही मानचित्रण), फोटोग्राफ, आदि हैं। हमें इन सब बहुआयामी निरूपणों से विद्यार्थियों को परिचित करवाना चाहिए। इससे यह पता चलेगा कि निरूपणों को वास्तविक नहीं समझा जा सकता; हमें निरूपणों से वास्तविकता के निर्माण की आवश्यकता है। हमें विद्यार्थियों को यह

समझने में मदद करनी चाहिए कि कुछ निरूपण हमारे लिए अन्य से अधिक उपयुक्त हो सकते हैं। (हम दो स्थानों के मध्य दूरी ज्ञात करने के लिए कभी भी पृथ्वी का संरचनात्मक चित्र प्रयोग में नहीं लेंगे। इस उद्देश्य से, मानचित्र सर्वोत्तम निरूपण है।).

अतः, निरूपणों के अपने सामर्थ्य और सीमाएँ हैं। विज्ञान में सफल होने के लिए, विद्यार्थियों को सही निरूपणों का चयन करने, उन्हें एक रूप से दूसरे में रूपांतरित करने और यदि आवश्यक हो, तो संयुक्त करने में सक्षम होना चाहिए।



Credits / Attribution

Figure 1: Ouroboros

Image by Haltopub - Own work base sur Benzene Structural diagram.svg et Ouroboros-simple.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29661966>

Figure 2: Human heart

Figure 2a: Photograph of a human heart By Jebulon - Own work, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57065825>

Figures 2b and 2c: Images by Blausen Medical Communications, Inc. - Donated

via OTRS, see ticket for details,

CC BY 3.0,

Figure 2b: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26986380>

Figure 2c: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30111372>

“Representations and Reasoning” by Shamin Padalkar for Tata Institute for Social Sciences as given.

About the Author

Dr. Shamin Padalkar works as an Assistant Professor at the Centre for Education, Innovation and Action Research (TISS). She has a Master’s degree in Physics. She acquired a doctoral degree in Science Education from HBCSE (TIFR) and worked as a Postdoctoral Fellow at the University of California, Santa Barbara (USA).

Email: shamin.padalkar@tiss.ed

इकाई 03: विज्ञान शिक्षण के सिद्धांत और अभ्यास
सत्र 01: विज्ञान कक्षाओं में पूछताछ

कक्षा में वैज्ञानिक पूछताछ के वातावरण का सृजन

- आईशा कवलकर

पिछले दशकों में विश्व भर में विज्ञान शिक्षा के सुधार के लिए अनेक बदलाव सुझाए गए हैं। इन सुधारों के केंद्र में यह धारणा है कि विज्ञान को उसी प्रकार पढ़ाया जाना चाहिए, जिस प्रकार वैज्ञानिक कार्य किया जाता है। [Minner, Levy and Century, 2010; राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (एनसीईआरटी) 2005; यूएस नेशनल काउंसिल (एनआरसी) 1996, 2012]. विज्ञान शिक्षण हमारे आस-पास की दुनिया से संबन्धित प्रश्नों से शुरू होना चाहिए, विद्यार्थियों को आश्चर्य करने दें, उन्हें अन्वेषण करने और साक्ष्य इकट्ठे करने दें और अध्ययन की जा रही परिघटना को स्पष्ट करने हेतु उन्हें उपयोग में लेने दें। परंतु सामान्यता कक्षाओं में विज्ञान ऐसे नहीं पढ़ाया जाता। हमने विज्ञान को पढ़ने के तरीके को क्यों नहीं बदला है? अनुसंधानकर्ताओं के अनुसार, इसके कारणों में से कुछ हैं – बनाए गए अधिगम पर्यावरण का प्रकार, विद्यार्थियों और शिक्षकों का कक्षा में बातचीत करने का तरीका और शिक्षक किसमें मान्यता रखते हैं और कैसे उनकी ये मान्यताएँ उनके शिक्षण को प्रभावित करती हैं। (Ball and Cohen, 1999; Chen, Hand, and Norton-Meier, 2016; Hanrahan, 2005; Kawalkar and Vijapurkar, 2013; Zhai and Tan, 2015).

आइए एक कक्षा का ध्यान से अवलोकन करें और फिर इस बारे में सोचें कि क्या हुआ, शिक्षक और विद्यार्थी किस प्रकार अपने विचारों का आदान-प्रदान करते हैं। यह कक्षा 8 का कमरा है और विषय है – वर्गीकरण। शिक्षक का लक्ष्य विद्यार्थियों को 'मछली' का उदाहरण लेते हुए जीवविज्ञान में वर्गीकरण को समझाना है। मछलियों और केवल मछलियों के क्या लक्षण होते हैं या वह क्या है जो एक मछली को मछली बनाता है?

कक्षाकक्ष 1 में

शिक्षक : क्या आप इसे पहचानते हैं? (अपने हाथों से मछली कि आकृति बनाते हुए).

विद्यार्थी : मछली !

शिक्षक : आप कैसे कह सकते हैं कि यह एक मछली है?

विद्यार्थी : मीनपक्ष (फिन)

शिक्षक : अच्छा, मेरे हिलते हुए अंगूठे मीनपक्ष प्रदर्शित कर रहे हैं। क्या ये जोड़े में हैं?
(अपने हाथों से मछली दिखाते हुए)

विद्यार्थी : हाँ।

शिक्षक : हाँ, ये दो होते हैं। और ?

विद्यार्थी : धारा-रेखित ।

शिक्षक : हाँ । अब मुझे बताओ, क्या यह मछली है? (एक बॉम्बे डक या बोम्बिल फिश दिखाते हुए)

विद्यार्थी : हाँ।

शिक्षक : आप कैसे कह सकते हैं कि कोई चीज़ मछली है?

विद्यार्थी : इसके मीनपक्ष, गलफड़े, ... होते हैं।

शिक्षक : आप कह सकते हैं – जोड़ेदार मीनपक्ष। मीनपक्ष तैरने के लिए होते हैं, ठीक है न? मछलियाँ जलीय जीव हैं। साथ ही, उनका लंबा धारा-रेखित शरीर और प्रच्छद सहित या रहित गलफड़े होते हैं। (एक अन्य मछली दिखाते हुए) इसके अलावा, यह एक मछली है। भिन्नताएँ हैं, परंतु कुछ सामान्य लक्षण भी हैं, ताकि इनको मछली कहा जा सके। (झींगा दिखाते हुए) इसके बारे में क्या राय है? क्या यह भी मछली है?

विद्यार्थी : झींगा ।

शिक्षक : क्या यह एक प्रकार की मछली है?

विद्यार्थी (कुछ एक) : हाँ ।

शिक्षक : आप कैसे कह सकते हैं कि यह मछली है? (थोड़े डांट भरे स्वर में)

विद्यार्थी : - (कोई उत्तर नहीं)

शिक्षक : यह कोई मछली नहीं है, ठीक है? क्योंकि इसके पास कोई जोड़ेदार मीनपक्ष नहीं हैं। यह ऐसा जीव है, जिसके पास स्पर्शक, पाँच जोड़ी टाँगें और शरीर के निचले हिस्से में खंड होते हैं। (नमूने की ओर इशारा करते हुए). अतः, झींगा मछली नहीं है। क्या यह स्पष्ट हो गया?

विद्यार्थी : हाँ।

शिक्षक : यह मछली नहीं है, क्योंकि इसके पास क्या नहीं होते ... ?

विद्यार्थी : जोड़ेदार मीन पक्ष, धारा-रेखित शरीर, गलफड़े।

शिक्षक समझाती है, कि कैसे एक समुद्री घोड़ा (अश्वमीन) मछली है और क्यों जेलीफिश कोई मछली नहीं है। वह विद्यार्थियों को दिखाने के लिए इन जीवों और कई प्रकार की मछलियों के नमूने लेकर आई हैं। बाद में, वह विभिन्न आंतरिक और बाह्य लक्षणों को विस्तार से समझाती हैं, जैसे कि किस प्रकार धारा-रेखित (तकली कि आकृति वाला) शरीर तैरने में मदद करता है और अस्थियों या उपास्थियों वाली मछलियों में भिन्नताएँ।

सार

इस कक्षा में शिक्षक ने पाठ को रोचक ढंग से शुरू किया – अपने हाथों से एक मछली बनाकर, और विद्यार्थियों से यह पूछकर कि यह क्या है और क्यों है। इससे विद्यार्थी मछली पर पाठ पढ़ने के लिए तैयार हो गए और उनमें पाठ के प्रति रुचि उत्पन्न हो गई। उसने प्रश्न पूछे, ताकि विद्यार्थी मात्र सुनने के, उससे बातचीत करते रहें। उसने नमूने लाने का कष्ट किया और उनका उपयोग उन लक्षणों को देखने हेतु किया, जो तय करते हैं कि कौनसा जीव मछली है।

अब चलिए एक दूसरी कक्षा में उसी विषय पर पढ़ाए जाने वाले पाठ को देखते हैं।

कक्षाकक्ष 2 में

शिक्षक : मैं चाहता हूँ कि आप एक चित्र बनाएँ, क्या आप ऐसा करेंगे? (विद्यार्थी सिर हिलाकर हामी भरते हैं और रुचि दर्शाते हैं). मछली का चित्र बनाएँ। एक सादे चित्र से काम चल जाएगा।

शिक्षक देखती है कि चित्रों में एक व्हेल और एक स्टारफिश भी है। कुछ चित्र किसी विशेष मछली के न होकर, मछली का सामान्य रूप दर्शाने वाले हैं। अतः वह विद्यार्थियों से मछली को नाम देने को कहती है। मछली के उदाहरणों में ब्लू व्हेल और ऑक्टोपस जैसे जीव भी दिए गए।

शिक्षक : क्या ये सब मछलियाँ हैं? हाँ, तो क्यों और नहीं, तो क्यों नहीं?

विद्यार्थी 1: व्हेल स्तनधारी है।

विद्यार्थी 2: ऑक्टोपस एक मोलस्क(मृदुकवची) है।

- शिक्षक : किसी जीव को मछली कहने के लिए आप उसमें क्या लक्षण देखते हैं?
- विद्यार्थी: धारा-रेखित शरीर, मीनपक्ष।
- शिक्षक : समुद्री घोड़ा क्या है? क्या यह मछली है? इसके शरीर की आकृति बहुत अलग होती है। (वह उसके द्वारा लाए गए नमूने को दिखाती है।) कुछ विद्यार्थी कहते हैं कि यह मछली है और दूसरे कहते हैं कि नहीं है। शिक्षक उन्हें नमूने को अवलोकन करने देती है और विद्यार्थी कहते हैं कि समुद्री घोड़े में गलफड़े और मीनपक्ष नहीं हैं। फिर वह उन्हें झींगे का नमूना दिखाती है और वही प्रश्न पूछती है।
- विद्यार्थी 3: इसके गलफड़े नहीं हैं।
- विद्यार्थी 1: मैं कहता हूँ कि यह मछली नहीं है, क्योंकि इसके कठोर खोल है और मछली जैसे शल्क नहीं हैं।
- शिक्षक : हूँ...।
- विद्यार्थी 4: इसके मीनपक्ष भी नहीं हैं।
- शिक्षक : मैं तुम्हें दिखाती हूँ। झींगे में पानी के भीतर सांस लेने के लिए गलफड़े होते हैं। (झींगे का निचला भाग दिखाता है, जो विद्यार्थियों को गलफड़ों की झलक देता है।)
- विद्यार्थी 5: मछली की तरह गलफड़ों के मुँह नहीं हैं। ये ऊपर से एक मोटे नाखून जैसे खोल से ढके रहते हैं।
- शिक्षक : हाँ, यह पृष्ठवर्म कहलाता है, जैसा कि केकड़े में होता है ...

शिक्षक अनुभव करती है कि केवल कुछ ही विद्यार्थी उत्तर दे रहे हैं और बहुत से उलझन में दिखाई पड़ रहे हैं। वह इस बात को दूसरी तरह से कहने का प्रयास करती है। वह अपने साथ लायी हुई मछलियों के कुछ नमूनों को दिखाती है।

शिक्षक : (दो बहुत भिन्न दिखने वाली मछलियों, बॉम्बे डक और पॉफ्रेट, की ओर इशारा करते हुए) अब मुझे बताएँ, कि ये दोनों मछली क्यों हैं?

विद्यार्थी यह तय करने के लिए कुछ मानदंड या बिन्दु लेते हैं कि कोई जीव मछली है या नहीं – मीनपक्ष, गलफड़े, थूथन, विशिष्ट पूँछ। शिक्षक एक उल्टा उदाहरण देती है, अर्थात् एक उदाहरण जो मछली नहीं है। वह झींगे का नाम लेती है, जिसमें विद्यार्थियों द्वारा बताई गई सभी बातें हैं, परंतु यह मछली नहीं है।

अतः, विद्यार्थी धारा-रेखित शरीर, शल्कों और पार्श्व रेखा अंग के मानदंड जोड़ देते हैं।

अगली कक्षा में परिचर्चा जारी रहती है। शिक्षक मानदंडों कि जाँच के लिए कुछ और उल्टे उदाहरण देती है। विद्यार्थी और मानदंड जोड़ देते हैं ताकि उल्टे उदाहरण मछली न हों।

शिक्षक : क्या सभी प्रकार कि मछलियाँ गलफड़ों से साँस लेती हैं?

विद्यार्थी 6: फेफड़ों वाली मछलियाँ फेफड़ों से भी साँस लेती हैं।

विद्यार्थी 7: डॉलफिन वैट-छिद्रों से साँस लेती है।

विद्यार्थी 1: डॉलफिन एक स्तनधारी है।

शिक्षक : परंतु यह मछली क्यों नहीं कहलाती?

विद्यार्थी 8: यह बच्चों को जन्म देती है, यह अंडे नहीं देती।

विद्यार्थी 3: शार्क भी बच्चों को जन्म देती है, यद्यपि यह एक मछली है।

विद्यार्थी 8: डॉलफिन समतापी जीव है।

शिक्षक संक्षेप में 'समतापी' शब्द को समझाती है, और यह कि अधिकांश मछलियाँ 'असमतापी' होती हैं। विद्यार्थियों के कुछ प्रश्न हैं। क्या जेलीफिश मछली है? यदि नहीं, तो यह मछली क्यों कहलाती है? टैडपोल में इनमें से बहुत से लक्षण होते हैं। क्या हम इसे मछली कह सकते हैं? जैसे-जैसे इस दूसरी कक्षा में परिचर्चा चलती रहती है, तय करने के लिए कि मछली क्या है, नए मानदंड सामने आते हैं, जैसे कि मछली असमतापी होती है, रीढ़ होती है (जेलीफिश और स्टारफिश से भिन्न) और जीवनभर गलफड़े रहते हैं (टैडपोल से भिन्न)। शिक्षक उन्हें पहले का थोड़ा इतिहास बताती है, कि मछलियों का वर्गीकरण कैसे किया गया था। सोलहवीं शताब्दी के वैज्ञानिकों, जिन्होंने महासागरों का अन्वेषण करना शुरू किया, ने बहुत से जलीय जीवों को मछली कहा था। आज, वैज्ञानिक मछलियों को एक भिन्न समूह मानते हैं। अंत में, शिक्षक संक्षेप में यह तय करने के मानदंड या बिन्दु बताती है कि कौनसा जीव मछली है, और उनकी मछली की मानक परिभाषा से तुलना करती है: एक जलीय जीव जो असमतापी कशेरुकी है और पूरा जीवन गलफड़े रहते हैं और मीनपक्षों के रूप में अंग होते हैं।

इन दो उदाहरणों की तुलना करते हुए, हम तरीकों की भिन्नताओं पर विचार कर सकते हैं जिनके द्वारा कक्षा में पढ़ाया जा रहा था और शिक्षकों ने परिचर्चा को मार्गदर्शन दिया।

स्पष्टीकरण पर पहुँचना

दोनों कक्षाओं के पढ़ाने में सबसे महत्वपूर्ण अंतर विद्यार्थियों के इस प्रश्न के उत्तर को जानने का

तरीका था कि 'मछली को क्या एक मछली बनाता है?' पहले वाली कक्षा में, शिक्षक प्रश्न पूछती है और फिर जल्द ही स्वयं उत्तर दे देती है। दूसरे मामले में, विद्यार्थी शिक्षक के मार्गदर्शन और विविध प्रकार से दी गई मदद से उत्तर ज्ञात करते हैं। लोग सोचते हैं कि विज्ञान को सक्रिय रूप से सीखने का अर्थ बहुत से क्रियाकलाप और प्रयोग करना तथा साक्ष्यों और तर्कों के आधार पर स्पष्टीकरणों पर पहुँचना है। (Abell, Anderson, and Chezem, 2000; Cobern et al., 2010). दोनों कक्षाओं में, विद्यार्थियों ने जलीय जीवों के विभिन्न नमूनों का अवलोकन किया और उनकी तुलना की। पहले वाली कक्षा में, यह मात्र एक अतिरिक्त गतिविधि थी। दूसरी में, यह पाठ का एक आवश्यक भाग था। कक्षा में परिचर्चा विद्यार्थियों के क्रियाकलाप के अवलोकनों पर आधारित थी तथा परिचर्चा विद्यार्थियों को आगे और अवलोकनों की ओर ले जाती है।

शिक्षक के प्रश्न

कक्षाकक्ष 1 में, शिक्षक ने कक्षा को प्रश्नों द्वारा आपस में सक्रिय रखा। परंतु विद्यार्थी वास्तव में विचारों को साझा नहीं कर रहे थे या उनमें आपस में 'वास्तविक संवाद' नहीं हो रहे थे, जैसा लेमके (Lemke 1990) कह सकते हैं। शिक्षक और विद्यार्थी एक दूसरे की स्थिति को समझने का प्रयास नहीं कर रहे थे। कक्षाकक्ष 2 में, इसके विपरीत, शिक्षक ने सदा वह सब समझने का प्रयास किया जो विद्यार्थी सोचते थे। शिक्षक ने विद्यार्थियों को अपने उत्तर समझाने को कहा और जो कहा उसका कारण देने को कहा। उसने उनको अपनी बात स्पष्ट रूप से कहने में मदद की और इस बारे में ध्यान दिया कि वे और अन्य कैसे सोच रहे हैं और उनका ध्यान उस ओर आकर्षित किया जो उनसे छूट गया था।

इन दो शिक्षकों के प्रश्नों के लक्ष्य भिन्न थे। पहले मामले में, शिक्षक ने यह जानने के लिए प्रश्न पूछे कि विद्यार्थी क्या जानते थे। इस प्रकार के शिक्षण में, जोर इस पर दिया जाता है कि विद्यार्थी सही उत्तर दें। दूसरे मामले में, प्रश्नों ने बहुत कुछ किया, जैसा कि हमने ऊपर देखा। प्रश्न पूछने की इस भिन्नता के कारण, विद्यार्थी दोनों कक्षाओं में भिन्न तरीकों से सीखते हैं। हमारे इन कक्षाओं के अध्ययन के समय, यह अंतर कई पाठों में देखने को मिला (Kawalkar and Vijapurkar, 2013).

पहले मामले में, शिक्षक इन चरणों के साथ आगे बढ़ती है :

(1) विद्यार्थियों को सीखने के लिए तैयार करें- विद्यार्थियों को ध्यान देने, वे जो जानते हैं उसकी

जांच करने के लिए तैयार करें।

(2) स्पष्टीकरण दें – स्पष्ट और सही तरीके से समझाते हुए

(3) स्पष्टीकरण को दोहराना - विभिन्न उदाहरण देते हुए

दूसरे कक्षाकक्ष में, शिक्षक ने यह किया :

(1) विद्यार्थियों को सीखने के लिए तैयार करें – अन्वेषण करते हुए कि विद्यार्थी विषय के बारे में क्या जानते हैं, इस संबंध में उनका अनुभव क्या है, क्या उनके लिए विषय कठिन है, और साथ ही विद्यार्थियों की रुचि जानना।

(2) विचार और स्पष्टीकरणों को उत्पन्न करें – विद्यार्थियों को विषय पर सोचने और कक्षा में अपने विचार साझा करने के लिए तैयार करना।

(3) और गहरे जाएँ – विद्यार्थियों को अपने उत्तर समझाने, उनके लिए कारण तथा साक्ष्य देने के लिए कहते हुए, उत्तरों में विरोधाभासों को इंगित करें।

(4) विद्यार्थियों के उत्तरों को चमकाएँ – दर्शाते हुए कि विभिन्न अवलोकन किस प्रकार संबन्धित हैं, उन पहलुओं का संकेत देते हुए जो विद्यार्थियों से छूट गए हों।

(5) सम्पूर्ण कक्षा को वैज्ञानिक संकल्पना की ओर निर्देशित करें – परिचर्चा का सारांश देते हुए और उसकी तुलना मानक वैज्ञानिक स्पष्टीकरण करके।

इस प्रकार, यद्यपि पाठ एक ही तरीके से शुरू हुए, पर आगे उनका तरीका भिन्न हो गया। ऐसा प्रश्नों के कारण हुआ और इस कारण भी कि शिक्षकों ने विद्यार्थियों के उत्तरों के प्रति भिन्न-भिन्न तरीकों से प्रतिक्रिया की। कक्षाकक्ष 1 की शिक्षक चाहती थी कि विद्यार्थी सही उत्तर दें, जो उसके मन में था। जैसे ही उसको वह उत्तर मिल गया, वह अगले बिन्दु पर चली जाती थी। यदि विद्यार्थी गलत उत्तर देते थे, तो वह तुरंत उनको सही कर देती थी। उसने प्रश्न भी इस तरह पूछे कि जिनके उत्तर की कोई आवश्यकता नहीं थी, जैसे यह कहना 'क्या यह मछली नहीं है, ठीक है?' उसने 'रिक्त स्थान भरें' जैसे प्रश्न भी पूछे, उदाहरण के लिए, "यह मछली नहीं है क्योंकि इसके ... नहीं हैं।" इस प्रकार, शिक्षक ने विद्यार्थियों द्वारा कहे जाने वाले बिन्दुओं पर नियंत्रण रखा। वह अकेली ही प्रश्न पूछ रही थी और जो विद्यार्थी कह रहे थे उस पर टिप्पणी कर रही थी।

विचार करें कि किस प्रकार कक्षाकक्ष 2 में शिक्षक और विद्यार्थी बातचीत कर रहे थे। यहाँ तक कि

जब विद्यार्थियों ने गलत उत्तर दिया - व्हेल और स्टारफिश मछलियाँ हैं - वह शिक्षक उस उत्तर को सही करने कि जल्दी में नहीं थी। उसने और प्रश्न पूछे ताकि विद्यार्थी इस विषय पर सोचें; "क्या ये सब मछलियाँ हैं? क्यों या क्यों नहीं? जब कोई उत्तर सही होता परंतु लगता कि यह रटा-रटाया है - जैसे कहना "ऑक्टोपस एक मोलस्क है" - तो शिक्षक अलग तरह से प्रश्न पूछती, ताकि विद्यार्थी सोचें और उत्तर दें। तब और भी अच्छा होता, जब कोई उत्तर गलत होता जैसे "यह (समुद्री घोड़ा) मछली नहीं है", तब वह विद्यार्थियों को नमूने का अवलोकन करने में मार्गदर्शन देती है और उन्हें समय देती है कि वे उस पर सोच सकें और परिचर्चा कर सकें। अतः, किसी पहेली की तरह प्रश्न पूछने के बजाए, यह शिक्षक विद्यार्थियों को उत्तर सोचने के लिए लगातार चुनौती देती है और साथ ही मदद भी करती है। वह पाठ में आगे बढ़ने के लिए विद्यार्थियों के उत्तरों का उपयोग करती है।

प्रभावी अनुवर्ती प्रश्न विद्यार्थियों को उच्च-स्तरीय चिंतन में व्यस्त रखते हैं (Chin 2006) और संकल्पनाओं को बेहतर तरीके से समझने में उन्हें मदद करते हैं।

विद्यार्थियों की सहभागिता

इन दो कक्षाकक्षों से प्राप्त लिखित प्रतिलिपियाँ या लिखी गई बातचीत दर्शाती हैं कि विद्यार्थियों ने कक्षा में किस प्रकार भाग लिया। पहले कक्षाकक्ष में, विद्यार्थियों ने बहुत संक्षिप्त उत्तर दिए, अक्सर वे सब एक-साथ बोल रहे थे। जब शिक्षक सही जानकारी पाने के लिए ध्यान केन्द्रित करती है और स्वयं ही स्पष्टीकरण दे देती है, विद्यार्थी छोटा-सा उत्तर दे देते हैं और उनके लिए अपने उत्तरों के कारण बताने के कोई अवसर नहीं होते। इसके अलावा बहुत कम विद्यार्थी कक्षा में बोलते हैं।

दूसरे कक्षाकक्ष में, विद्यार्थी खुल कर बोले, अपने विचारों और अपनी रायों को साझा किया और उसके लिए तथा कक्षा में जो कहा गया उसके विरुद्ध भी तर्क दिए। प्रत्येक विद्यार्थी ने अपनी ओर से सोचा और बोला, और बहुत से अन्य विद्यार्थियों ने परिचर्चा में भाग लिया। ऐसा इसलिए हुआ होगा, क्योंकि शिक्षक ने ऐसे प्रश्न पूछे जिनका कोई एक सही उत्तर नहीं था। इससे विद्यार्थी अनुमान लगा सके और अपने व्यक्तिगत विचार रख सके।

उदाहरण के लिए, "आप किसी जीव में वे कौन-से लक्षण देखते हैं ताकि उसे मछली कहा जा सके?" विद्यार्थियों को इस बात की चिंता नहीं थी कि उनका उत्तर सही है या नहीं; उनको बस वह

कहना था जो वे सोचते थे। शिक्षक ने अक्सर दर्शाया कि उसने उत्तर सुन लिया है (जैसे, "हूँ") और कभी-कभी माना कि उत्तर सही है (जैसे, "हाँ"). कभी-कभी विद्यार्थी के उत्तर या प्रश्न को वापस विद्यार्थी या कक्षा पर सोचने के लिए डाल दिया जाता था, उदाहरण के लिए, "इस बारे में आप क्या सोचते हैं?"

इन तरीकों में, दूसरे कक्षाकक्ष की शिक्षक ने विद्यार्थियों द्वारा कही गई बातों का आदर किया और उन्हें महत्व दिया। परिणाम स्वरूप, विद्यार्थी केवल शिक्षक से ही खुल कर बातचीत नहीं कर पाए, परंतु उस पर भी अपनी प्रतिक्रिया दी जो अन्य विद्यार्थियों ने कक्षा में कहा।

ध्यान दें, कक्षाकक्ष 2 में पाठ के अंतिम भाग में विद्यार्थियों ने एक दूसरे के प्रति, समर्थन देते हुए या भिन्न धारणा प्रस्तुत कर अपनी प्रतिक्रिया दर्शायी। अधिक रोचक यह रहा कि विद्यार्थियों ने केवल प्रश्नों के उत्तर ही नहीं दिए; उन्होंने अपने स्वयं के प्रश्नों और टिप्पणियों के साथ एक परिचर्चा शुरू कर दी। कक्षा शिक्षार्थियों के एक समुदाय में रूपांतरित हो गई। अब यह तय करने के लिए एकमात्र शिक्षक ही नहीं था कि क्या सही या गलत था और क्या सीखा गया। उसने यह अधिकार विद्यार्थियों के साथ साझा किया।

कक्षागत पारस्परिक-क्रियाओं के प्रभाव

शिक्षकों को संभवतः इस बात का बोध न हो, परंतु वे जिस प्रकार के प्रश्न पूछते हैं, जिस प्रकार वे कक्षागत परिचर्चा और क्रियाकलापों को निर्देशित करते हैं, और जिस प्रकार की सोच को वे विज्ञान कक्षाओं में प्रोत्साहित करते हैं, उन सबसे वे अधिगम परिवेश को एक आकार देते हैं। ये विकल्प केवल इसी को ही प्रभावित नहीं करते कि विद्यार्थी कितनी अच्छी तरह संकल्पनाओं को समझते हैं और कक्षा में भाग लेते हैं, परंतु ये बिना शब्दों में कहे, विज्ञान की प्रकृति और विज्ञान सीखने के बारे में कुछ, विद्यार्थियों को सूचित करती हैं।

प्रत्येक कक्षा के अंत में, विद्यार्थियों को कहा गया था कि जो कुछ उन्होंने उस दिन सीखा था, उसे एक डायरी में लिख लें (Kawalkar and Vijapurkar, 2015). क्या कक्षा में शिक्षण का इस पर कोई प्रभाव पड़ता है कि विद्यार्थियों ने क्या अनुभव किया कि उन्होंने क्या सीखा है और इस बारे में कैसे बातचीत की है? आइए यह जानने के लिए विद्यार्थियों की डायरियों से लिए गए कुछ भागों को देखें।

कक्षाकक्ष 1 के विद्यार्थियों की डायरी प्रविष्टियाँ :

हमने विभिन्न प्रकार की मछलियों और शार्क के बारे में पढ़ा।

मछली होने के लक्षण – मीनपक्ष (फ़िन), पृष्ठीय मीनपक्ष, पूँछ, दाँत, आँखें, गलफड़े, नासाछिद्र ।

शिक्षक ने हमें मछली के विभिन्न भाग दिखाए। हमें उनके लक्षण और पर्यावास का पता लगाना है।

मैंने मछली के आंतरिक और बाह्य लक्षणों के बारे में सीखा। सी-स्टार एक अनोखा जीव है।

स्टारफिश के भी अन्य मछलियों की तरह भाग होते हैं।

शार्क को हम स्तनधारियों के वर्ग में न रख कर मछलियों के वर्ग में क्यों रखते हैं, जबकि अधिकांश शार्क बच्चों को जन्म देती हैं?

कक्षाकक्ष 2 के विद्यार्थियों की डायरी प्रविष्टियाँ :

आज हमने सीखा कि कैसे सिद्ध करें कि कोई जीव एक मछली है। इसने हमें बहुत उत्तेजित किया। मैंने बहुत से प्रश्नों के उत्तर दिए।

क्या समुद्री घोड़ा एक मछली है? हमें कारण बताने को कहा गया कि यह मछली है।

हमने मछली के कई अंगों की चर्चा की, जिन्हें किसी जीव में देखकर तय किया जा सके कि वह मछली है या नहीं।

हमने उत्तर देने का प्रयास किया कि कौनसे जीव मछलियाँ हैं और कौनसी नहीं। मेरे लगभग सभी उत्तर सही थे।

हमने गलफड़े धोए और उन्हें छुआ। वह कोमल था और उसमें कई तन्तु थे। सभी मछलियों में गलफड़े और मीनपक्ष होते हैं। उनके शरीर धारा-रेखित हो सकते हैं परंतु समुद्री घोड़े (अश्व-मीन) में हमने ऐसा नहीं देखा। उनमें शल्क हो सकते हैं, हमने शल्कों को छुआ और उन पर छल्ले देखे। वैज्ञानिक छल्ले गिन सकते हैं और मछली की आयु ज्ञात कर सकते हैं।

मछलियाँ पानी में जन्म लेती हैं (एवमेव), वे पानी में मरती हैं, परंतु उनके अंदर एयर ब्लैडर (वाताशय) में वायु कहाँ से आ जाती है?

पहले मामले में, विद्यार्थियों ने वही लिखा जो उन्होंने अधिकतर औपचारिक और सामान्य तरीके से

सीखा। उन्होंने कहा कि उन्होंने कुछ चीजों – लक्षणों, प्रकारों, विशेषताओं – जो तथ्य हैं, के 'बारे' में सीखा है। इनमें से बहुत से ऊपरी तथ्य हैं, सोचे-समझे नहीं (उदाहरण के लिए, "मछली होने के लक्षण – मीनपक्ष (फ़िन), पृष्ठीय मीनपक्ष, पूँछ, दाँत, आँखें, गलफड़े, नासाछिद्र")। कुछ मामलों में, ज्ञान अपूर्ण और यहाँ तक कि गलत भी था। पाठ के अंत में दो प्रश्न दर्शाते हैं कि विद्यार्थियों ने ये प्रश्न कक्षा में नहीं पूछे और उनके लिए उन्हें अचंभित होने के लिए छोड़ दिया गया।

जब शिक्षक केवल तथ्य और स्पष्टीकरण देते हैं, तो इससे विद्यार्थी सोच सकते हैं कि विज्ञान केवल सीखने हेतु एक प्रकार का ज्ञान है और कि यह ज्ञान सुस्पष्ट सत्य है और इस पर कोई भी प्रश्न उठाया जा सकता है। विज्ञान के बारे में इस प्रकार का विचार सीखने के तरीके के रूप में याद करने से जुड़ता पाया गया है। (Edmondson & Novak, 1993; Purdue & Hattie, 1999). इससे कई विद्यार्थी विज्ञान को नापसंद करने लगते हैं, यह सोचकर कि यह एक कठिन विषय है और वे इसे नहीं पढ़ सकते।

इसके विपरीत, दूसरे समूह के विद्यार्थी वह सब बताते हैं जो उन्होंने अपने शब्दों में सीखा है। इसका अर्थ है कि उन्होंने संकल्पनाओं को अच्छी तरह समझ लिया है और उनका नया सीखा हुआ अब उनके ज्ञान का हिस्सा बन गया है। उन्होंने वही लिखा जो उन्होंने एक प्रश्न के रूप में सीखा, जिसके बारे में वे पता लगा रहे थे। सीखना चीजों का अवलोकन करके, उनका विश्लेषण करके और उन पर चर्चा करके सीखना हुआ, मात्र सुनकर नहीं। विद्यार्थियों को विश्वास होने लगा कि वे विज्ञान सीख सकते हैं (जैसे, "मैंने कई प्रश्नों के उत्तर दिए") और वे प्रश्न पूछ सकते हैं तथा जितना सोचा गया था, उससे अधिक सीखने का प्रयास कर सकते हैं। (ध्यान दें कि कक्षा में परिचर्चा के समय विद्यार्थियों ने कितने प्रश्न पूछे)। वे समझने लगे कि विज्ञान साक्ष्यों और तर्कों पर आधारित दावे करने और उन पर विचार करने के लिए मिलकर काम करके ज्ञान निर्माण की एक विधि है। ये सब विचार विद्यार्थियों को कक्षा में नहीं बताए गए थे। परंतु उन्होंने इनको पाठ पढ़ाए जाने के तरीके से समझा।

निष्कर्ष में : कक्षागत वातावरण के डिज़ाइनर के रूप में शिक्षक विज्ञान का काम करना दुनिया के बारे में कुछ तरीकों से बात करना, उसे देखना, महत्व देना और तर्क देना है, जिन्हें वैज्ञानिक समुदाय के साथ साझा किया जाता है (Lemke, 1990)। विज्ञान की कक्षा में, विद्यार्थी कक्षाकक्ष में होने

वाली पारस्परिक क्रियाओं के माध्यम से विज्ञान की भाषा और अभ्यासों में भाग लेना सीखते हैं। वैज्ञानिक तरीके से कैसे सोचा और व्यवहार किया जाए, इसके लिए शिक्षक सबसे महत्वपूर्ण मॉडल होता है और इस कारण विज्ञान शिक्षार्थियों का एक समुदाय बनाने में विद्यार्थियों का मार्गदर्शन करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। शिक्षक के प्रश्नों का प्रकार और कठिनाई स्तर, विद्यार्थियों के लिए मुक्त रूप से उत्तर देने, प्रश्न पूछने के कारण बनाया गया वातावरण, और शिक्षक-विद्यार्थी पारस्परिक क्रिया का पैटर्न न केवल विद्यार्थी के सीखने को प्रभावित करता है, बल्कि विज्ञान के प्रति उनकी मनोवृत्तियों और विज्ञान क्या है - के बारे में उनकी सोच को भी प्रभावित करता है (Ball and Cohen, 1999; Kelly, 2007; Kawalkar and Vijapurkar, 2013, 2015; van Zee et al., 2001)।

संभवतः मछलियों के वर्गीकरण का विषय विद्यार्थियों के लिए विज्ञान की कई जटिल और अमूर्त संकल्पनाओं की तुलना में सरल और अधिक जाना-पहचाना था। फिर भी, दो कक्षाओं में शिक्षण के इन दो प्रसंगों की तुलना और उनके बारे में परिचर्चा से ज्ञात होता है कि कैसे तथ्य और स्पष्टीकरण देकर या विद्यार्थियों का मार्गदर्शन करके विज्ञान की किसी संकल्पना को पढ़ाया जा सकता है, ताकि वे स्वयं इसे समझ सकें। यह उन प्रभावों की ओर भी इशारा करता है, जो इन दो प्रकार के शिक्षणों द्वारा पड़ते हैं। जो कुछ भी हम ऐसे विश्लेषणों के अध्ययन से सीखते हैं, हमें अपनी विज्ञान की कक्षाओं में अपनाई जाने वाली कक्षागत वार्ता के प्रकार के बारे में विकल्प चुनने में मदद कर सकता है, ताकि विद्यार्थी अच्छा सीख सकें और विज्ञान सभी विद्यार्थियों के लिए रोचक और सुलभ हो जाए।

नोट

ये दो कक्षागत प्रसंग कवलकर और विजापुरकर (2015) में प्रकाशित हो चुके हैं। इस लेख में विश्लेषण कवलकर और विजापुरकर (2015) पर आधारित हैं। यदि आप जर्नल के लेख पढ़ना चाहें, तो कृपया aisha@hbcse.tifr.res.in or jyotsna@hbcse.tifr.res.in पर संपर्क करें।

References

Abell, S. K., G. Anderson J. Chezem. 2000. "Science as Argument and Explanation: Inquiring into Concepts of Sound in Third Grade." NJ. Minstrell and E.H. Van Zee, eds., Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science, pp.65–79. Washington,

DC:AAAS.

Ball, D. L. and D. K. Cohen. 1999... "Developing Practice, Developing Practitioners: Toward a Practice-based Theory of Professional Education." In G. Sykes and L. Darling-Hammond, eds., *Teaching as the Learning Profession: Handbook of Policy and Practice*, pp.3–32. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Chen, Y.-C., B. Hand and I. Norton-Meier. 2016. "Teacher Roles of Questioning in Early Elementary Science Classrooms: A Framework Promoting Student Cognitive Complexities in Argumentation." *Research in Science Education*. <http://doi.org/10.1007/s11165-015-9506-6>

Chin, C. 2006. "Classroom Interaction in Science: Teacher Questioning and Feedback to Students' Responses." *International Journal of Science Education* 28(11):1315–1346.

Coburn, W. W., D. Schuster, B. Adams, B. Applegate, B. Skjold, A. Undreiu and J. D. Gobert. 2010. "Experimental Comparison of Inquiry and Direct Instruction in Science." *Research in Science & Technological Education* 28(1):81–96.

Edmondson, K. M. and J. D. Novak. 1993. "The Interplay of Scientific Epistemological Views, Learning Strategies, and Attitudes of College Students." *Journal of Research in Science Teaching* 30(6):547–559.

Hanrahan, M. (2005). "Engaging with Difference in Science Classrooms: Using CD A to Identify Interpersonal Aspects of Inclusive Pedagogy." *Melbourne Studies in Education* 46(2):107–127.

Kawalkar, A., and J. Vijapurkar. 2013. "Scaffolding Science Talk: The role of Teachers' Questions in the Inquiry Classroom." *International Journal of Science Education* 35(12): 2004-2027.

Kawalkar, A., and J. Vijapurkar. (2015). "Aspects of Teaching and Learning Science: What Students' Diaries Reveal About Inquiry and Traditional Modes." *International Journal of Science Education* 37(13):2113–2146.

Kelly, G. J. 2007. "Discourse in Science Classrooms." In S. K. Abell and N. G. Lederman, eds., *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood, NJ: Ablex.

Minner, D. D., A. J. Levy and J. Century. 2010. "Inquiry-based Science Instruction: What Is It and Does It Matter?

Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002." *Journal of Research in Science Teaching* 47(4): 474 – 496.

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (एनसीईआरटी), 2005, राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005, नई दिल्ली, भारत (National Council of Educational Research and Training (NCERT).

2005. National Curriculum Framework 2005. New Delhi, India: NCERT.)

US National Research Council (NRC). (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

NRC. 2012. A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas. Washington: National Academies Press.

Purdue, N., and J. Hattie. 1999. "The Relationship Between Study Skills and Learning Outcomes: A Metaanalysis." *Australian Journal of Education* 43(1):72–86.

van Zee, E.H., M. Iwasyk, A. Kurose, D. Simpson, and J. Wild. 2001. "Student and Teacher Questioning During Conversations About Science." *Journal of Research in Science Teaching* 38(2): 159–190.

Zhai, J., and A.-L. Tan. 2015, August. "Roles of Teachers in Orchestrating Learning in Elementary Science Classrooms." *Research in Science Education*. <http://doi.org/10.1007/s11165-014-9451-9>

Credits / Attribution

"Creating a culture of scientific inquiry in the classroom" by Aisha Kawalkar for Tata Institute for Social Sciences as given.

About the Author

Aisha Kawalkar is a Research Scholar at the Homi Bhabha Centre for Science Education (TIFR). She has a Master's degree in Zoology and has worked as a Teacher Educator at the Azim Premji Foundation.

Email: aisha.kawalkar@gmail.com

इकाई 03: विज्ञान शिक्षण के सिद्धांत और अभ्यास

सत्र 03: विज्ञान कक्षाओं में आईसीटी

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के युग में विज्ञान शिक्षा

अमित ढाकुलकर

परिचय

पिछले चार दशकों में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आईसीटी) के क्षेत्र में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है। यह विकास इलेक्ट्रॉनिक स्मृति, प्रक्रमण शक्ति और विभिन्न प्रकार के सॉफ्टवेयर प्रोग्राम के कारण हुआ है। आईसीटी की व्यापक उपलब्धता का दूसरा मुख्य कारक आईसीटी उपकरणों और साधनों की कीमतों में कमी आना है। कम होती इनपुट लागत और बढ़ती माँग पैमाने की बचत उपलब्ध कराती हैं, जिससे वे बड़ी संख्या में लोगों की पहुँच के भीतर आ जाते हैं।

इस प्रकार, उच्चतर प्रक्रमण क्षमताएँ, पहुँच और खरीद क्षमता ने आईसीटी के बढ़ते अनुप्रयोगों के लिए शिक्षा के क्षेत्र में ख़ास तौर से व्यापक संभावनाएँ उत्पन्न कर दी हैं। ये संभावनाएँ न सिर्फ़ विज्ञान शिक्षा की प्रगति में मददगार हैं बल्कि उसके पढ़ाने के पारंपरिक तरीके में भी मूलभूत बदलाव लाती हैं। इस लेख का उद्देश्य यह देखना है कि कैसे विज्ञान शिक्षा विभिन्न रूप से प्रभावित है और किस प्रकार मुख्य रूप से प्रभावित की जा सकती है।

शिक्षा के क्षेत्र में आईसीटीके उपयोग की दो मुख्य पद्धतियाँ देखी जा सकती हैं। एक पद्धती जो परंपरागत है – कक्षा के पारंपरिक कार्यकलापों में ही आईसीटी के कार्यकलापों को भी सम्मिलित कर लेता है। यह पद्धती कक्षा के शिक्षण-अधिगम प्रक्रमों को यथास्थिति बनाये रखती है। बहुत से आईसीटी आधारित कार्यक्रम इस पद्धती का अनुसरण करने की प्रवृत्ति रखते हैं। यही कंप्यूटर आधारित शिक्षण (कंप्यूटर बेस्ड ट्यूटोरियल्स, सीबीटीज़) भी कहलाते हैं। एक सीबीटी उसे फिर से दोहराने का प्रयास करता है, जो एक परंपरागत कक्षा में होता है। डिजिटल फॉर्मेट में यथाशब्द रूपान्तरित पुस्तकें ऐसी विशिष्ट उदाहरण हैं। प्रस्तुत लेख ऐसे उदाहरणों के संदर्भों से बचता है।

दूसरी पद्धती रचनावाद पर आधारित है, जैसा सेमुर पेपर्ट ने प्रस्तावित किया। रचनावाद स्थापित पद्धतियों की उपेक्षा करता है और उसके बजाए आईसीटीकी प्रचुर क्षमता पर ध्यान देता है, जिससे शिक्षार्थी मूर्त वस्तुओं का निर्माण कर सक्रिय रूप से ज्ञान का निर्माण करता है। पेपर्ट के स्वयं के

शब्दों में –

"रचनावाद (constructionism)–v वाले अक्षर (constructivism) के विपरीत n वाला अक्षर रचनावाद के अर्थ को, अधिगम की परिस्थितियों से इतर, ज्ञान संरचनाएँ बनाने में योगदान देता है। यह तब इस विचार को सार्थक करता है कि ऐसा तब विशेषतौर से आनंदपूर्वक घटित होता है जब शिक्षार्थी चेतन मन से किसी सार्वजनिक सत्व के निर्माण में व्यस्त होता है चाहे वह समुद्र तट पर रेत का महल बनाना हो या ब्रह्मांड का सिद्धान्त ।"

रचनावाद का यह विचार मन में रखते हुए, हम उन साधनों को देखते हैं जो शिक्षार्थियों को "ज्ञान संरचनाओं के निर्माण" में सक्षम और सशक्त बनाते हैं, जब वे विज्ञान के संदर्भ में किसी सार्वजनिक सत्व के निर्माण में व्यस्त होते हैं।

विज्ञान और विज्ञान शिक्षा में संबंध

वैज्ञानिक उन्हें उपलब्ध आईसीटी के सर्वश्रेष्ठ साधनों और प्रौद्योगिकियों का उपयोग आंकड़ों को संग्रहित और दृश्यरूप करने, सिद्धान्त बनाने-परखने, नई खोजें करने और साथियों के साथ संप्रेषण के लिये करते हैं। शायद ही कोई ऐसा क्षेत्र हो जिस पर आईसीटीके आने से बड़ा प्रभाव न पड़ा हो। कुछ मामलों में, किसी विशेष उद्देश्य से विज्ञान आईसीटी अनुप्रयोगों का विकास करता है।

प्रमुख क्षेत्र, जिन पर आईसीटी का प्रभाव पड़ा है और विज्ञान पर प्रभाव पड़ता रहेगा, हैं :

- आँकड़ों का संग्रहण, दृश्यरूप और विश्लेषण
- भौतिक राशियों का बहुल प्रस्तुतीकरण
- मॉडलों, सिद्धान्तों और परिघटनाओं को समझने, परखने, पूर्वानुमान लगाने के लिए अनुरूपण
- ऑन-लाइन प्रणाली में संप्रेषण, सहयोग

परंतु आश्चर्य यह है कि इनमें से अधिकांश सुधार विज्ञान शिक्षण तक नहीं पहुंची पाई। हम आज भी, कुछ मामलों में, सदियों पुरानी विधियों और पद्धतियों को काम में ले रहे हैं! ये विधियाँ उस काल के लिए उपयुक्त थीं, जब विद्यार्थियों को सीखाने के लिए आज की तरह आईसीटी जैसे अधिक प्रभावी साधन उपलब्ध नहीं थे। परंतु ये आज की अधिगम आवश्यकताओं के लिए उपयुक्त नहीं हैं। हमें चाहिए कि हम विज्ञान शिक्षा को विज्ञान के ही समकक्ष लाएँ। कहने का तात्पर्य है कि विज्ञान शिक्षा शिक्षण प्रक्रमों में, विशेष रूप से आईसीटी के संदर्भ में, विज्ञान में वर्तमान अभ्यासों

को शामिल करने पर विचार करें। विज्ञान शिक्षा में आईसीटी के अनुकरणीय उपयोग हैं, जिनमें अधिगम प्रक्रमों के साथ-साथ परिणामों में भी गुणात्मक परिवर्तन लाने की क्षमता है।

ऊपर दिए गए क्षेत्रों में प्रत्येक के उपयोग के लिए विविध साधन (टूल्स) उपलब्ध हैं। एक अच्छे वैज्ञानिक के पास अपनी साधन-किट (टूल-किट) में इस प्रकार के बहुत से साधन होंगे। प्रत्येक साधन अपने साथ समर्थताओं का एक समूह लिए हुए होता है, हो सकता है कि विज्ञान के लिए सभी साधन विज्ञान शिक्षा के लिए उपयुक्त न हों।

इस सर्वेक्षण में, हम साधनों को विज्ञान शिक्षा में उनके योगदान द्वारा देखेंगे। यहाँ चर्चित कुछ साधन विशेष रूप से सीखने के उद्देश्य से विकसित किए गए थे।

आँकड़ों का संग्रहण, दृश्यरूप और विश्लेषण

विज्ञान आँकड़ों पर निर्मित है। आँकड़े वैज्ञानिक प्रयासों के आवश्यक घटक हैं। आईसीटी साधनों की प्रगति के साथ आँकड़ों का संग्रहण, दृश्यरूप और उनका विश्लेषण करना सरल हो गया है। आईसीटी ने बड़ी मात्रा में आँकड़ों का संग्रहण और प्रदर्शित करना अधिक आसान कर दिया है, जो अन्यथा यदि असंभव नहीं, तो अत्यधिक कठिन अवश्य होता। उदाहरण के लिए, अल्पकालिक घटनाओं के मामले में कुछ हजार बिन्दुओं का संग्रहण और प्रदर्शन कुछ ही सेकंड में डाटा लॉगर और कंप्यूटर की मदद से किया जा सकता है।

हम प्रत्येक गतिविधि पर अलग से विचार करेंगे।

आँकड़ा संग्रहण

हमारे पास दो तरीके हो सकते हैं, जिनमें आईसीटी का उपयोग करके आँकड़ों के संग्रहण को बढ़ाया जा सकता है। ये इस प्रकार हैं :

- रियल वर्ल्ड डाटा (अर्थात् रियल वर्ल्ड सेटिंग्स से संग्रहित आँकड़े). विविध प्रकार की आँकड़ा संग्रहण युक्तियाँ उपलब्ध हैं, जो आँकड़ों का संग्रहण और भंडारण आसान बना देती हैं। स्वयं स्मार्टफोन में बहुत से संवेदक होते हैं, जिनसे आँकड़ों का संग्रहण आसान हो जाता है। आर्डूइनों (Arduino) जैसी युक्तियों में विविध संवेदकों से जोड़कर उनका संग्रहण किया जाता है। इन युक्तियों से आँकड़े संग्रहित करना प्रयोग करने के लिए बहुत उपयोगी है। आँकड़ों का इलेक्ट्रॉनिक संग्रहण उन प्रयोगों के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, जिनमें भारी संख्या में आँकड़ा अंकों की आवश्यकता होती है या आँकड़े लंबे समय (कुछ दिनों या घंटों) तक या कम समय (मिली सेकंड)

के लिए संग्रहीत करने होते हैं।

- ऑन-लाइन आँकड़ा कोश- विभिन्न संस्थानों और परियोजनाओं से अभिलिखित आँकड़े बहुत से खुले आँकड़ा कोशों में उपलब्ध हैं। ये आँकड़े विद्यार्थियों के काम में मदद के लिए उपयोग में लाए जा सकते हैं। चूँकि आँकड़े विस्तारित अवधिओं के साथ-साथ बहुत सी अवधिओं के लिए संग्रहीत किए गए हैं, अतः लंबी अवधिओं की प्रवृत्तियों का अध्ययन करना संभव है।

आँकड़ों का दृश्यरूप और विश्लेषण

आँकड़ों से ग्राफ बनाने और उनकी व्याख्या करने की क्षमता, विज्ञान का कार्य करने के लिए एक आवश्यक कौशल है। इस कौशल को विद्यार्थियों को सिखाने और उसका महत्व समझने के लिए आँकड़ा दृश्यरूप के बहुत से साधन उपलब्ध हैं। ये विद्यार्थियों को पैटर्न और प्रवृत्तियों को ज्ञात करने के लिए, आँकड़े 'देखने' और उनसे 'खेलने' के अवसर देते हैं। दृश्यरूप साधन विद्यार्थियों को आँकड़ों के प्रस्तुतीकरण के कई तरीकों को जानने में भी मदद करते हैं। पैमानों या आँकड़ों को बदलते समय विद्यार्थियों को जो फीडबैक तुरंत मिलता है, उसने विद्यार्थियों में ग्राफों की प्रासांगिक समझ का बढ़ना दर्शाया है। आँकड़ों के कंप्यूटर द्वारा आलेखन, उनके द्वारा प्रस्तुत ग्राफों और स्थितियों के बारे में अधिक विमर्शक और विश्लेषक प्रश्नों के लिए भी समय देते हैं।

विज्ञान का कार्य करने के लिए आँकड़ा विश्लेषण एक महत्वपूर्ण घटक है। आईसीटी साधनों ने हमें भारी मात्रा में संग्रहित आँकड़ों को समझने के अवसर दिए हैं। विज्ञान शिक्षा में, इन साधनों द्वारा शिक्षार्थी आँकड़ों के पैटर्न को देख सकते हैं। उपयुक्त पैमानों के साथ, एक सामान्य अभिलेखन अनुप्रयोग शिक्षार्थियों को पैटर्न पहचानने और उनका विश्लेषण करने में मदद कर सकता है। इससे परिकल्पना का निर्माण और उसकी परख की जा सकती है। यह सब समीकरण विकसित करके और उनमें आँकड़े व्यवस्थित करके, परिघटना का प्रतिरूप बनाने में मदद दे सकता है।

परिघटना का अनुरूपण

प्राकृतिक परिघटनाओं का अनुरूपण उन्हें समझने के लिए बहुत उपयोगी है। वैज्ञानिक निरंतर विभिन्न प्राकृतिक घटनाओं और उन्हें प्रभावित करने वाले कारकों को समझने के लिए अनुरूपणों को उपयोग में लेते हैं। इससे हम कठिन प्रयोग कर पाते हैं, अनुरूपण यह समझने में मदद करते हैं कि कैसे विभिन्न प्राचल परिघटनाओं के साथ-साथ

उनकी प्रबलता को भी प्रभावित करते हैं। वे हमें कठिन प्रयोग करने, निष्कर्ष निकालने और परिणामों

का सत्यापन करने के अवसर देते हैं।

सीखने के परिप्रेक्ष्य में, अनुरूपण तीन स्तरों पर उपयोगी हो सकते हैं :

पहला, या सबसे मूल स्तर है जब अनुरूपण कक्षा में प्रस्तुत किए जाते हैं। प्रस्तुतीकरण एक निष्क्रिय तरीका है, जिसमें विद्यार्थी वही चीजें देख सकते हैं जो शिक्षक उनके सामने प्रस्तुत करता है। इस स्तर पर भी, उपयुक्त रूप से बनाए गए प्रश्न विद्यार्थियों की सोच को व्यवस्थित कर सकते हैं।

उपयोग का दूसरा स्तर है, जब शिक्षार्थी अनुरूपणों के साथ काम करते हैं। यह उनकी भागीदारी को बढ़ाता है। उन्हें बहुत से वैचारिक प्रयोग करने और कुछ के परिणामों की जाँच करने के लिए मार्गदर्शन दिया जा सकता है, जो विद्यार्थियों के लिए बहुत अनापेक्षित और खोज का क्षण हो सकता है। परिणामों पर परिचर्चाएँ रोचक परिप्रेक्ष्याओं और निष्कर्षों की ओर ले जाती हैं।

उपयोग का तीसरा स्तर है, जब शिक्षार्थी स्वयं मॉडलों की रचना करते हैं। यह करने के लिए, साधन डिज़ाइन किए हुए हैं, जैसे टर्टल ब्लॉक, स्क्रेच, नेटलोगो। सीखने की प्रक्रिया के लिए ये कुछ श्रेष्ठ डिज़ाइन किए हुए सॉफ्टवेयर हैं। मॉडल बनाना विद्यार्थियों को अपनी गलतियों से सीखने (दोषमार्जन) के अवसर देता है, जिससे वे उनको उपलब्ध संज्ञानात्मक साधनों का विस्तार कर सकते हैं। यह पेपर्ट की अंतः दृष्टि (लेख के प्रारम्भ में दी गई) के अनुरूप है। मॉडल निर्माण शिक्षार्थियों को मॉडल और उसके कुछ परिवर्तित रूपों की परस्परिक क्रियाओं की उन्नत समझ प्राप्त करने में मदद करता है। विद्यार्थी परिघटना का अन्वेषण करते हुए और यह समझने का प्रयास करते हुए कि यह कैसे काम करती है, वैज्ञानिकों की तरह काम करते हैं।

हम तीनों स्तरों के उपयोगों में प्रवृत्तियों को देख सकते हैं।

- कक्षा में करने की सुगमता : स्तर 1 से 3 तक बढ़ती है।
- अनुरूपण के लिए समय : स्तर 1 से 3 तक बढ़ती है।
- अधिगम परिणामों की गुणवत्ता : स्तर 1 से 3 तक बढ़ती है।

संप्रेषण और आकलन

इन्टरनेट और मोबाइल संगणन के तेजी से प्रवेश ने संप्रेषणों के क्षेत्र में विस्फोटक प्रगति ला दी है। इससे प्रश्नों के उत्तर तुरंत मिलना और उनका संग्रहण संभव हुआ। विभिन्न ऑनलाइन फ़ोरा में भागीदारी से शिक्षक और विद्यार्थी अधिक संप्रेषणपरक हो गए हैं। इसमें विशेषज्ञों से पारस्परिक-क्रियाएँ करने की प्रचुर क्षमता है।

साथियों और स्वयं से सीखना

ऑनलाइन फोरम और पारस्परिक-क्रियाएँ साथियों से और स्वयं सीखने का एक भिन्न वातावरण बना देती हैं। विद्यार्थी एक दूसरे के काम के बारे में अपने फीडबैक दे सकते हैं, प्रश्न पूछ सकते हैं, संदेहों का निवारण कर सकते हैं और प्रश्नों के उत्तर दे सकते हैं। सामान्यता ऐसी पारस्परिक-क्रियाओं से आंकड़े सुरक्षित कर लिए जाते हैं, जो सुगम पहुँच और पुनः प्राप्ति को सहज बनाते हैं। इसके अतिरिक्त, ये दूसरों के लिए जानकारी के समृद्ध स्रोत के रूप में काम करते हैं।

आकलन

बहुविकल्पी प्रश्नों (MCQs)के साथ टेस्ट (परख-परीक्षाएँ) करवाने (ऑनलाइन और ऑफलाइन) और उनमें निष्पादन का मूल्यांकन करने के सामान्य उपयोग के अलावा, मूल्यांकनों के लिएआईसीटी के अन्य नवाचारी उपयोग भी हैं। इनमें से एक ऑनलाइन फोरमों में केन्द्रित परिचर्चाएँ हैं। शिक्षार्थियों की भागीदारी का मूल्यांकन उत्तरों की गुणवत्ता और मात्रा दोनों के लिए हो सकता है। ये फोरम भागीदारों द्वारा दिए गए बहुत से उत्तरों के लिए विश्लेषक उत्पन्न कर सकते हैं। इन उत्तरों का इनकी विषय-वस्तु के लिए मात्रात्मक रूप से भी अध्ययन किया जा सकता है। ऐसे फ़ोरा में यह अभिगम रचनावादी दृष्टिकोण के समान है, कि ज्ञान संरचनाओं का निर्माण किसी संदर्भ में विशेष रूप से ठीक से होता है, जहाँ शिक्षार्थी एक सार्वजनिक सत्त्व, इस मामले में फोरम पर टिप्पणियाँ और उत्तर, के निर्माण में सचेतन रूप से व्यस्त हैं।

मुक्त शिक्षा संसाधन

मुक्त शिक्षा संसाधनों (ओईआर) की व्यापक उपलब्धता ने विश्व भर में अधिगम को सकारात्मक रूप से प्रभावित किया है। अब हमारी विषय विशेषज्ञों के व्याख्यानो और नोट्स तक पहुँच है, जो प्रत्येक को उपलब्ध हैं। इसने अतुल्यकालिक अधिगम को भी संभव बना दिया है।

अधिगम संसाधनों में शामिल (परंतु इन तक सीमित नहीं) हैं – वीडियो व्याख्यान, व्याख्यान नोट्स, मीडिया फाइलें जैसे फोटोग्राफ, चित्र, ऑडियो रिकॉर्डिंग (श्रव्य अभिलेखन), ऐनिमेटेड जिप्स, पुस्तकें और पारस्परिक क्रियात्मक अनुरूपण।

अनुचिंतन

इस संक्षिप्त लेख में, हमने उन तरीकों को देखा जिनके द्वारा हम विज्ञान सीखने को उन्नत कर सकते हैं। प्रत्येक साधन/अनुप्रयोग हमें क्षमताओं का एक समूह उपलब्ध कराता है, जो समृद्ध और

अर्थपूर्ण अधिगम अनुभव उत्पन्न कर सकता है। परंतु हमें यह भी सोचना चाहिए कि हर एक चीज़ कम्प्यूटरों द्वारा नहीं पढ़ाई जा सकती – और न ही पढ़ाई जानी चाहिए। फिर भी, विज्ञान शिक्षा के बहुत से क्षेत्र हैं जिनमें आईसीटी के उचित उपयोग से अधिगम परिणामों को बहुत अधिक सुधारा जा सकता है। ऐसे क्षेत्रों में, संभवतः, आईसीटी शिक्षण के लिए अपरिहार्य बन जाता है। हम पेपर्ट के एक अन्य उद्धरण से समाप्त करते हैं, जो हमें बताता है कि हमें सीखने में आईसीटी का उपयोग किस प्रकार करना चाहिए :

आज बहुत से स्कूलों में, वाक्यांश "कंप्यूटर-सहायक अनुदेशन" का अर्थ होता है, कंप्यूटर द्वारा बच्चों को पढ़ाना। कोई यह कह सकता है कि कंप्यूटर का उपयोग बच्चे को तैयार करने के लिए किया जाता है। मेरी दृष्टि में, बच्चा कंप्यूटर को तैयार करता है और ऐसा करने में, दोनों सबसे आधुनिक और सशक्त प्रौद्योगिकी के एक टुकड़े पर प्रवीणता का बोध प्राप्त करते हैं और विज्ञान से, गणित से, और बौद्धिक मॉडल निर्माण की कला से कुछ गहनतम विचारों से अंतरंग संपर्क स्थापित करते हैं।

Credits / Attribution

"Science Education in the Information and Communication Technology Era" by Amit Dhakulkar for Tata Institute for Social Sciences as given.

About the Author

Amit Dhakulkar works as an Assistant Professor at the Centre for Education, Innovation and Action Research (TISS). He has a Master's degree in Physics and is pursuing his PhD in Science Education from Homi Bhabha Centre for Science Education (TIFR).

Email: amit.dhakulkar@tiss.edu

इकाई 03: विज्ञान शिक्षण के सिद्धांत और अभ्यास

सत्र 03: परियोजना-आधारित अधिगम : नवोन्मेष का एक उदाहरण

एक खेल के मैदान का मॉडल डिज़ाइन करने और बनाने का केस अध्ययन

सौरव शोम

चित्रा अपने डायरी को ध्यान से देख रही थी। यह एक पुरानी डायरी थी। उसने अपने पूरे शिक्षक जीवन में डायरी लिखने का आदत को जारी रखा था। आज यह पुरानी डायरी का पन्ना उसे बहुत भ्रमित कर रहा था। पिछले पाँच वर्षों में, चित्रा ने एक दर्जन से अधिक शिक्षक पेशेवर विकास (टीपीडी) कार्यशालाओं में भाग लिया था। यह सभी कार्यशाला शिक्षकों को “नवीन और नवाचारी अभ्यासों” की जानकारी देने पर लक्षित थीं। पूर्वी भारतीय राज्य की एक शिक्षक, लगातार कक्षागत शिक्षाशास्त्र के भारी-भरकम शब्दों की बौछार को झेल रही थी। शिक्षकों से निरंतर अपेक्षाओं के कारण शिक्षक कक्षा में कुछ “नवाचारी” करने के दबाव में थे। अभी पिछले सप्ताह ही, उसे भी बताया गया कि उससे क्या अपेक्षा थी।

“शिक्षकों से शिक्षाशास्त्रीय अपेक्षाओं और जिस प्रकार की चुनौतियों का मैं प्रतिदिन सामना करती हूँ, उनमें ताल मेल नहीं है,” वह बुदबुदाई। “और ये चुनौतियाँ मात्र कक्षागत वास्तविकताएँ नहीं हैं, बल्कि प्रबंधकीय और प्रशासकीय भी हैं।”

चित्रा ने दृढ़संकल्प के साथ अपना पेन उठाया और लिखना शुरू किया। “मैं शिक्षण वास्तविकताओं, शिक्षाशास्त्रीय अपेक्षाओं, और जो मानक मैंने अपने लिए तय किए हैं, उनका मानचित्रण करूंगी,” चित्रा ने कहा। “इससे मुझे मेरी चुनौतियों का सामना करने में मदद मिलेगी।”

यह सारणी चित्रा ने अपनी डायरी में बनाई थी।

चुनौतियाँ जिनका मैं सामना करती हूँ	मेरी खुद से अपेक्षाएँ	जिला और ब्लॉक पदाधिकारियों की मुझसे अपेक्षाएँ	कार्यशालाओं की मुझसे अपेक्षाएँ
<p>a) कभी-कभी विद्यार्थी पढ़ने में, रुचि नहीं लेते</p> <p>b) कुछ संकल्पनाओं को, पढ़ाना कठिन होता है</p> <p>c) विद्यार्थी सीखी हुई संकल्पनाओं को नए संदर्भों में, प्रयुक्त करने में असफल रहते हैं</p> <p>d) नियमित रूप से कापियों की जाँच करना एक थकाने वाला, काम है</p> <p>e) नया आकलन फॉरमैट, आनजाने और असंगत लगता है</p> <p>f) बार-बार होने वाले टेस्टों के लिए अधिक समय चाहिए और यह LINDICS और PINDICS का नया फॉरमैट भरने में मदद, नहीं करता</p> <p>g) कोई संकेत नहीं कि बॉक्स फाइल कैसे तैयार करें, और</p> <p>h) वर्तमान परियोजनाओं से विद्यार्थियों के लिए सीखना अपर्याप्त रहता है।</p>	<p>a) विद्यार्थियों के पढ़ने-लिखने के कौशल को बढ़ाना</p> <p>b) संबन्धित विषय क्षेत्र में विद्यार्थियों की संकल्पनात्मक स्पष्टता को विकसित करना</p> <p>c) अनुमान लगाने, मानस-दर्शन, प्रस्तुत करना, मापने को बढ़ावा देना, और</p> <p>d) समूह में कार्य करने की क्षमता को बढ़ाना।</p>	<p>a) विस्तृत और बहु-मॉडल आकलन तथा सीसीई करना</p> <p>b) शिक्षक डायरी और विद्यार्थियों की बॉक्स फाइल बनाए रखना</p> <p>c) नियमित रूप से अधिगम संकेतक (LINDICS) और निष्पादन संकेतक (PINDICS), और</p> <p>d) प्रतिवर्ष क्लस्टर स्तर पर "बाल शोध मेला", "सपनों की उड़ान", "विज्ञान मेला", "विज्ञान परियोजना प्रदर्शनी", "विज्ञान प्रदर्शनी", इत्यादि आयोजित करना।</p>	<p>a) शिक्षण थीम-आधारित और विषय समाकलित, होना चाहिए</p> <p>b) विद्यार्थी गतिविधि आधारित अधिगम, परियोजना कार्य, या कुछ बनाने और करने के साथ सीखें।</p>

सारणी 1: शिक्षाशास्त्रीय और प्रबंधकीय अपेक्षाएँ और चुनौतियाँ

पत्रिका नोट्स

शिक्षक पेशेवर विकास पर कार्यशालाओं और सत्रों में भाग लेने का आपका अनुभव क्या है? ऐसी सभाओं में कक्षागत शिक्षाशास्त्र की क्या शब्दावली आपके सामने आई? आपके विचार से क्या ये शब्दावलियाँ आपकी शिक्षण योजना या स्वयं शिक्षण को भ्रमित करती हैं? जिन शिक्षक पेशेवर विकास कार्यक्रमों में आपने भाग लिया, उनमें क्या अपेक्षाएँ आपके सामने आयीं? क्या आपके सामने इसी प्रकार की चुनौतियाँ हैं? यदि आप भी इसी प्रकार की चुनौतियाँ का सामना कर रहे हैं, तो आप इनसे कैसे निपटते हैं? क्या आपके पास चित्रा के लिए कोई सुझाव हैं? आपको अपने जिला और ब्लॉक पदाधिकारियों से किस प्रकार की अपेक्षाएँ हैं? आप इन अपेक्षाएँ को कैसे लेते हैं? क्या आपके विचार से उसने अपने मानक और अपेक्षाएँ काफी निम्न रखी हुई हैं? क्या उसने अपने आप को मात्र कुछ ही विद्यालयी विषयों तक सीमित रखा हुआ है?

आपकी अपेक्षाएँ क्या हैं, जो आपने अपने लिए तय कर रखी हैं? क्या आपके सभी सहकर्मियों की अपेक्षाएँ एक जैसी हैं? क्या एक जैसी अपेक्षाएँ रखना आवश्यक है? क्या सभी शिक्षकों का एक जैसी न्यूनतम अपेक्षाओं का समूह होना चाहिए? ये अपेक्षाएँ कहाँ से प्राप्त होती हैं?

आप चित्रा की तरह एक समेकित सूची तैयार कर सकते हैं और अपने सहकर्मियों के साथ अपने अनुभव साझा कर सकते हैं।

एक समाधान खोजना : परियोजना आधारित अधिगम (प्रोजेक्ट बेस्ड लर्निंग) डिजाइन करना चित्रा अपने नोट्स फिर पढ़ती है। "हूँ ... मैं कक्षा 6 में गतिविधियों का उपयोग कर गणित और विज्ञान कैसे पढ़ा सकती हूँ?" उसने सोचा। "पहले, मैं एनसीईआरटी की कक्षा 6 की गणित और विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों के पन्ने पलटूँगी, फिर मैं एक शिक्षण योजना तैयार करूँगी और देखूँगी कि मैं इसमें कहाँ और कैसे गतिविधियाँ जोड़ सकती हूँ।" उसने तय किया।

विषयवस्तु और अधिगम लक्ष्य तय करना: उसने पहले एनसीईआरटी की कक्षा 6 की गणित और विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों के पन्ने पलटे थे। साथ ही साथ वह विषयवस्तु को विद्यार्थियों के लिए रुचिकर बनाने की भी सोच रही थी। "क्या मैं कुछ पाठों को एक साथ पढ़ाने के लिए किसी परियोजना (प्रोजेक्ट) को उपयोग में ले सकती हूँ?" उसने सोचा की परियोजना कई दिनों तक चलेगी और इसलिए इन दो पाठ्यपुस्तकों की कुछ विषयवस्तुओं को एक साथ किया जा सके।

अगले दिन, उसने अपने प्रधानाध्यापक से सुना कि पंचायत और स्थानीय लोगों ने विद्यालय के मैदान को 3-7 वर्ष के छोटे बच्चों के लिए उद्यान युक्त खेल-मैदान के रूप में तैयार करने हेतु रुचि दिखाई है। "परियोजना के लिए यह एक बहुत अच्छा संदर्भ है," चित्रा ने सोचा और प्रस्तावित उद्यान के लिए नमूने के खेल सामग्री बनाने की परियोजना को डिज़ाइन करना तय किया। उस शाम, चित्रा ने अपनी डायरी में गणित की संकल्पनाओं की एक सूची तैयार की। इस सूची में आधारभूत ज्यामितीय विचार, आकृतियों को समझना, भिन्न, दशमलव, आँकड़ों के साथ काम करना और आँकड़ों का प्रस्तुतीकरण, क्षेत्रमिति, बीजगणित, अनुपात और समानुपात, सममिति और प्रायोगिक ज्यामिती शामिल थी। इसी प्रकार, उसने विज्ञान की पाठ्यपुस्तक से विषयवस्तु तथा संकल्पनाओं की एक सूची तैयार कर ली (सारणी 2)।

अध्याय का नाम	विषयवस्तु/संकल्पनाएँ
रेशे और वस्त्र	रेशे पतली लड़ियाँ होते हैं जो धागा बनाते हैं। रेशे कई प्रकार के होते हैं। विभिन्न प्रकार के रेशे भिन्न व्यवहार करते हैं।
वस्तुओं के समूह बनाना	हमारे आस-पास वस्तुएँ : हमारे आस-पास कई प्रकार की वस्तुएँ होती हैं और वस्तुओं को एक से अधिक श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है, यह पता लगाकर कि वस्तुएँ किन पदार्थों से बनी हैं, उन वस्तुओं का पता लगाकर जो एक ही प्रकार के पदार्थ से बनी हैं, एक पदार्थ एक से अधिक वस्तुएँ बना सकता है, पदार्थ के गुण, विभिन्न पदार्थ भिन्न गुण समूहों वाले होते हैं, एक प्रकार के पदार्थ एक विशेष प्रकार से व्यवहार करते हैं।
गति एवं दूरियों का मापन	सीधी रेखा की लंबाई का मापन, मापन की मानक इकाईयाँ, लंबाई मापन में त्रुटियाँ, वक्र पथ की लंबाई का मापन
हमारे चारों ओर के परिवर्तन	उत्क्रमणीय और अनुत्क्रमणीय परिवर्तन, कुछ परिवर्तन उत्क्रमणीय और कुछ अनुत्क्रमणीय हो सकते हैं, परिवर्तन विभिन्न प्रकार से हो सकता है जैसे आकृति, मात्रा, प्रकृति और गुणों में परिवर्तन
शरीर में गति	मानव शरीर में गति के विभिन्न प्रकार

सारणी 2: विज्ञान की पाठ्यपुस्तक से सूचीबद्ध विषयवस्तु और संकल्पनाएँ

अब, चित्रा के पास अधिगम लक्ष्यों की एक बड़ी सूची है। यह संभव नहीं है कि किसी एक शिक्षण योजना या एक परियोजना में सभी अधिगम लक्ष्यों को समायोजित कर लिया जाए। "स्पष्ट है कि मैं इन सभी को एक साथ लेकर काम नहीं कर सकती," उसने आह भरी। "हूँ, देखू मुझे कौनसी मुख्य संकल्पनाएँ चुननी चाहिए।"

अपनी प्रगति से प्रसन्न होकर, चित्रा ने पेन रख दिया और अपने सारे नोट्स फिर से पढ़े। "पर एक मिनट रुको, यह सब बहुत अच्छा है, परंतु परियोजना पूरी होने के बाद मैं विद्यार्थियों में किन कौशलों के विकसित होने की अपेक्षा करती हूँ? चित्रा ने चिंतापूर्वक अपने आप से पूछा।

कौशलों की सूची : (a) कल्पना करना, (b) आमापों, लम्बाइयों और क्षेत्रफलों का आकलन, (c) मापन कौशल (d) सामग्री के चयन, उनकी मात्राओं और उन्हें कार्यसाधित (काटने, जोड़ने) करने हेतु निर्णय लेना, (e) उपयुक्त मानदंडों पर आधारित विश्लेषण, आयोजना और चयन की उच्च कोटि के विचारण कौशल, (f) दिलों के भीतर और शिक्षक के साथ बातचीत, सहयोग और विचार-मंथन की क्षमता, (g) पढ़ना, लिखना और समझना, (h) प्रस्तुतीकरण और सम्प्रेषण।

सारणी 3: परियोजना को चलाते समय चित्रा द्वारा शामिल किए जाने वाले कौशलों की सूची

"अगले सप्ताह, मैं अपने सहकर्मियों के साथ इस परियोजना पर परिचर्चा करूँगी और अपनी शिक्षण योजना को अंतिम रूप दूँगी", चित्रा ने निश्चय किया।

अगले कुछ दिन, विद्यालय में चित्रा अपने मित्रों से बात करती रही। परंतु वह अपना पाठ्यक्रम पूरा करने और अपने प्रशासनिक कार्यों में इतनी व्यस्त थी कि वह अपनी योजना पर काम करने के लिए शाम तक बहुत थक जाती थी।

"ओह ! आखिर शनिवार आ गया !", शुक्रवार शाम विद्यालय की घंटी बजने के बाद चित्रा ने अपने दोस्तों को बताया, "इस सप्ताहांत मैं अपनी योजना लिखना पूरा कर लूँगी।"

कुछ घंटों के काम के बाद, चित्रा ने अपनी डायरी में अपनी योजना लिखने का कार्य पूरा किया।
आइए योजना को देखते हैं।

परियोजना-आधारित अधिगम पर शिक्षण योजना

शिक्षण इकाई की अवधि: 12 दिनों में 24 घंटों का सम्प्रेषण और प्रदर्शनी के लिए एक अतिरिक्त दिन।

परियोजना शीर्षक: उद्यान के लिए खेलने की चीजों को डिज़ाइन करना और बनाना

समस्या कथन : "पंचायत और स्थानीय समिति हमारे विद्यालय परिसर में एक उद्यान युक्त खेल का मैदान बनाना चाहते हैं। यह उद्यान युक्त खेल का मैदान मूल रूप से 3 से 7 वर्ष के बच्चों के लिए होना चाहिए। अब आपको (विद्यार्थियों को) खेलने की चीजों को डिज़ाइन करने और इन खेलने की चीजों को बनाने की आवश्यकता है।"

योजना के सम्प्रेषण से पहले तैयारी :

1. अपने विचार सहकर्मियों और प्राध्यानाध्यापक को बताएँ और समझाएँ कि परियोजना विद्यार्थियों के साथ मिलकर चलाई जाएगी और अंतिम दिन वे श्रोताओं के बड़े समूह के समक्ष अपना कार्य प्रस्तुत करेंगे।
2. प्राध्यानाध्यापक से निवेदन करें कि वह इस विचार को क्लस्टर और ब्लॉक के पदाधिकारियों, माता-पिता और पंचायत तथा स्थानीय समिति के सदस्यों को बताएँ।
3. अंतिम दिन के प्रस्तुति कार्यक्रमों का बजट तैयार करें।
4. विद्यालय में पिछले एक वर्ष से स्थापित फेंकने योग्य और उपयोग में ले ली गई सामग्रियों के भंडार से स्ट्रा, रस्से, छोटी लकड़ी की डंडियाँ, झाड़ू के तिनके, साइकिल के पहिये की तीलियाँ, अखबार, रद्दी कागज़, इत्यादि को छांट कर अलग करें।
5. एक विस्तृत शिक्षण योजना लिखें और दिनों के क्रम से प्रतिदिन काम में आने वाली सामग्री की सूची सहित, नियमित रूप से विचारों में सुधार करें। चूंकि विद्यालय के पास बहुत अधिक धन नहीं है, प्रत्येक दिन उपयोग में ली जाने वाली सामग्री की सूची बनाएँ और प्रतिदिन उन्हें मंगवाएँ।

उदाहरण के लिए, पहले दिन सुबह दर्जियों से नापने के दो फ़ीते उधार माँग लें और काम हो जाने पर उसी दिन लौटा दें, विद्यालय रसोई घर से काम के लिए मग मँगवा लें।

6. ए4 साइज़ के कागजों की एक रीम, ग्राफ पेपर, पेंसिलें, पेंसिल शार्पनर, पेन, सेलो टेप, धागा, 30cm लंबे 2 मापन स्केल, कुछ कैंचियाँ, कटर, सीने की सुईयाँ, आदि खरीद लें।

चित्रा अपनी डायरी बंद कर देती है। वह आश्वस्त है कि उसकी योजना काम करेगी और वह अपनी कक्षा में कुछ नवाचारी करेगी। परियोजना शुरू होने में अभी कुछ दिन बाकी हैं और वह अपना शेष सप्ताहांत आनंद के साथ बिताना तय करती है।

पत्रिका नोट्स :

परियोजना करते समय एक से अधिक विषय या विषयवस्तु क्षेत्र साथ लेने के क्या लाभ और हानियाँ हैं? इस क्षेत्र में आपका क्या अनुभव है?

क्या आप अपनी शिक्षण वृत्ति में ऐसी ही परिस्थिति से गुज़रे हैं? आप अपना अनुभव अपने सहकर्मियों के साथ साझा कर सकते हैं?

क्या आपके विचार से, बिना ऐसे संदर्भ के वह परियोजना शुरू नहीं कर पाएंगी? किसी परियोजना को शुरू करने में और क्या प्रेरणाएँ हो सकती हैं?

दो सप्ताह बाद ...

चित्रा के विद्यालय ने प्रदर्शनी आयोजित की और विद्यार्थियों ने अपना कार्य प्रस्तुत किया। सभी दर्शकों ने विद्यार्थियों के कार्य की सराहना की। चित्रा प्रतिदिन विद्यार्थियों की कृतियों को देखती थी और संक्षिप्त नोट्स लिखती थी। इससे उसे किसी विशेष समूह या अकेले विद्यार्थियों के कामों में एक निश्चित सहयोग करने में मदद मिली। वह चारों तरफ घूमती भी रहती थी और विद्यार्थियों से बातचीत करती थी जब वे अपना काम का रहे होते थे। चित्रा ने पूरे सत्र के नोट्स लिए। उसकी शिक्षण योजना, अपनी योजना पर किए गए नोट्स, प्रतिदिन के नोट्स के साथ शिक्षक डायरी का हिस्सा बन गए।

प्रत्येक दल (टीम) ने अपनी कृतियों का एक पोर्टफोलियो बना कर रखा। और इसमें निम्नलिखित शामिल थे:

1. व्यक्तिगत जानकारी पत्र,
2. मैदान के मापन पर आलेख,
3. मैदान का मानचित्र,
4. मापित आँकड़ों का बार ग्राफ,
5. खेल-मैदान की 10 चीजों की सूची,
6. पसंद की 5 चीजों वाली 5 छोटी सूचियाँ,
7. डिज़ाइन खोजना,
8. तकनीकी आरेखण से परिचित होना,
9. खेल की चीजों के तकनीकी आरेखण,
10. सामग्रियों की सूची,
11. कार्यवाही योजना,
12. उत्पाद(कृति) पर लेख, और
13. स्वयं और साथी का मूल्यांकन पत्र ।

इसके अतिरिक्त उत्पादों पर चित्रा की टिप्पणियों की कुछ शीट भी लगाई गई थी। इन सब को मिलाकर समूहों के लिए बॉक्स फाइल बनी। परंतु इस कार्य के लिए अकेले विद्यार्थी के लिए बॉक्स फाइल तैयार नहीं की गई।

परियोजना के अंत में, चित्रा के पास अपने नोट्स वाली यह सारणी थी, जिसमें परियोजना की दिन प्रतिदिन की प्रगति दी हुई है। सारणी के विस्तृत विवरण को देखें और अपनी पत्रिका में नोट्स लिखें।

चित्रा की परियोजना के नोट्स

दिन 1	
वर्णन	<ol style="list-style-type: none"> 1. परियोजना गतिविधि का परिचय देना 2. अमानक इकाई से खेल के मैदान को मापना
योजना	<ol style="list-style-type: none"> 1. कार्यक्रम की 10 प्रतियाँ, और समस्या विवरण तथा विद्यार्थियों से अपेक्षाओं पर नोट तैयार करें। 2. सामग्रियों की व्यवस्था करें, जैसे <ol style="list-style-type: none"> a. रस्सी b. ए4 साइज़ के कागज़ c. पहिया d. विद्यार्थियों के लिए बॉक्स फ़ाइल e. पेंसिल f. पेंसिल शार्पनर
गतिविधि	<p>विद्यार्थियों ने समूह (प्रत्येक में 3) बनाए और अपने समूह का नाम रखा। विद्यार्थियों की व्यक्तिगत जानकारी वाली शीट एक समेकित फॉर्मेट में प्रत्येक समूह को दी गई। (देखें बॉक्स 1)</p> <p>प्रत्येक समूह को अपना काम फ़ाइल में रखना था और उसे नियमित रूप से बनाए रखना था।</p> <p>समस्या विवरण के बारे में विद्यार्थियों को बताया गया। विद्यार्थियों से अपेक्षाओं की एक प्रति को साझा किया गया।</p> <p>गतिविधि में पहला कार्य: बनाए जाने वाले विद्यालय के अहाते को मापना। प्रश्न: आप खेल के मैदान को नापने के लिए क्या करेंगे?</p> <p>परिचर्चा के बाद तय किया गया कि :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. मैदान की एक रूपरेखा तैयार की जाए और रस्सियों का उपयोग कर मैदान की भुजाओं को नापें, 2. मानक इकाइयों में लंबाई ज्ञात करें, 3. मैदान का एक रेखाचित्र बनाएँ। <p>सभी विद्यार्थियों को मैदान पर ले जाया गया। प्रत्येक समूह ने नारियल और जूट से बनी रस्सी के लंबी गोल गड्डियों की मदद से स्वतंत्र रूप से मैदान का मापन किया।</p> <p>नाप लेने के बाद सभी समूह मैदान के रेखाचित्र और रस्सियों की लंबाई के रूप में संबंधित भुजाओं के नाप के साथ वापस कक्षा में लौट आए।</p>

पत्रिका नोट्स	आपके अनुसार, इस अभ्यास से विद्यार्थी क्या सीखेंगे? क्या इससे अधिगम का मूल्यांकन करना संभव हो पाएगा? अपने उत्तर के समर्थन में अपना औचित्य दीजिए। क्या आप चित्रा की कक्षा के लिए एक परिकल्पित "अपेक्षा नोट" का प्रारूप तैयार करेंगे
मेरे प्रेक्षण	विद्यार्थियों के उत्तरों में शामिल थे – मापन फीते, फुट-रूलर का उपयोग करना, अपने कदमों को नाप कर, पहले एक डंडे (लकड़ी के) को नापना और फिर उसे इकाई के रूप में उपयोग में लेना, एक "बड़ी पतली तार" को उपयोग में लेकर। एक विद्यार्थी, इस्माईल ने लंबाई, चौड़ाई नाप कर मैदान का क्षेत्रफल ज्ञात करने का सुझाव दिया। मैदान की सभी भुजाओं के माप समान नहीं थे, विद्यार्थियों ने अनुभव किया कि उन्हें रस्सियों पर निशान लगाने होंगे, क्योंकि उन्हें एक ही रस्सी का उपयोग चारों भुजाओं को नापने में करना होगा। विभिन्न समूहों ने भिन्न-भिन्न कार्यनीतियाँ सामने रखीं। चित्रा ने उनकी कार्यनीतियों और आवश्यक संसाधनों का पुनरावलोकन किया।
पत्रिका नोट्स	क्या आप विद्यार्थियों द्वारा दी गई कुछ कार्यनीतियों का पूर्वानुमान लगा सकते हैं? इनके लिए किन संसाधनों की आवश्यकता होगी? आपके विचार से क्या ये संसाधन आपके विद्यालय में उपलब्ध होंगे
दिन 2	
वर्णन	लंबाई मापन
योजना	सभी पैमानों (स्केल) और नापने के फीतों (टेप) की व्यवस्था करना मानक इकाई में परोक्ष माप के लिए विभिन्न कार्यनीतियों की व्यवस्था करना

गतिविधि	चित्रा के पास एक लंबा मापन पैमाना (20 m), एक छोटा मापन पैमाना (3 m), एक 1 मीटर स्केल, और पाँच 30 cm स्केल थे। उसने इन सभी पैमानों को कई तरीकों से उपयोग में लिया, ताकि सभी समूह अपनी रस्सियों की लंबाई एक साथ नाप सकें। और सभी समूहों को इन सब तरीकों से नापना था। विद्यार्थियों को रस्सियों की लंबाई मानक इकाई में एक सारणी में नोट करनी थी। (देखें बॉक्स 2)
मेरे प्रेक्षण	किसी भी विद्यार्थी ने नापते समय शून्य त्रुटियों पर कोई ध्यान नहीं दिया। वे रेखाचित्र और वास्तविक पथ, जिसे उन्होंने नापा है, के बीच संगतता को बनाए रखने में बहुत सतर्क नहीं थे। विद्यार्थियों ने लापरवाही के कारण एक विशेष कार्यनीति को अपनाते समय कुछ गलतियाँ भी कीं और उसी प्रक्रिया को दोहराते समय वह न्यूनतम हो गयीं। सारणी से देखा जा सकता है कि लंबाई का मापन व्यक्ति और समूह के अनुसार बदलता है। चित्रा ने मापक नीतियों, जिन्हें उसने डिज़ाइन किया था, में उपयोग में लिए गए विभिन्न संबन्धों पर परिचर्चा की और वास्तव में विद्यार्थियों ने उसे चलाया। चित्रा द्वारा डिज़ाइन की गयीं कुछ विधियाँ विद्यार्थियों को पूरी तरह समझ में नहीं आयीं।
पत्रिका नोट्स	आपके विचार से, चित्रा ने मापन के कौनसे विभिन्न तरीके डिज़ाइन किए होंगे?
दिन 3	
वर्णन	आंकड़ों से ग्राफ बनाना और मैदान का मानचित्र तैयार करना
योजना	सामग्रियों की व्यवस्था करें, जैसे : (a) ग्राफ पेपर (b) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर (c) मापन पैमाना (d) ए4 साइज़ के कागज़

गतिविधि	विद्यार्थियों ने सारणी में प्रस्तुत आंकड़ों के बार ग्राफ बनाए। प्रत्येक समूह ने ए4 साइज़ की कागज़ की शीट पर मैदान का मानचित्र तैयार किया। चित्र ने बताया कि कागज़ पर मानचित्र बनाने और चीज़ों के मॉडल बनाए जाने के लिए भी पैमाना तय करना होगा।
पत्रिका नोट्स	आपके विचार से, उसकी कक्षा में किस प्रकार कि परिचर्चा शुरू की जा सकती थी? क्या आप सोचते हैं कि चित्र किसी क्षेत्र, जैसे मैदान का मानचित्र बनाना, में प्रवेश की लालसा को रोक सकती थी, जो उसकी योजना में शामिल नहीं था? क्या यह कार्य विद्यार्थियों के लिए उपयोगी था?
मेरे प्रेक्षण	विद्यार्थियों के समक्ष ग्राफ बनाने और मैदान का मानचित्र बनाने में बहुत सारी कठिनाइयाँ आईं। पैमाने(स्केल) के लिए, एक विद्यार्थी, रमेश ने पैमाने को 1/4 तक छोटा करने का सुझाव दिया, जबकि किरण ने गणना की, कि अनुपाती लंबाई कक्षाकक्ष कि लंबाई से अधिक होगी! रुचि ने 1/6 पैमाने और अनुसरण में ज़ीनत ने 1/10 पैमाने का सुझाव दिया।
पत्रिका नोट्स	चित्रा जानती थी कि विद्यार्थियों द्वारा संग्रहीत आँकड़े त्रुटि रहित नहीं थे। फिर भी उसने विद्यार्थियों से ग्राफ बनाने को कहा था। यह किस शिक्षाशास्त्रीय उद्देश्य को पूरा करता है? यदि आपके सामने ऐसी ही परिस्थिति आ जाए, तो आपकी शिक्षाशास्त्रीय प्रतिक्रिया क्या होगी?
दिन 4	
वर्णन	1) खेल के मैदान के लिए 10 चीज़ों की सूची बनाना 2) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर
योजना	सामग्रियों की व्यवस्था करें, जैसे : 1) ए4 साइज़ के कागज़ 2) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर 3) भारतीय उद्यानों के फोटो और वीडियो, जिनमें उद्यान में स्थापित बहुत सारी खेल की चीज़ें दिखाई गई हों।

<p>गतिविधि</p>	<p>इस सत्र में, विद्यार्थियों को खेल के मैदान में स्थापित की जाने वाली 10 खेल की चीजों को नोट करने को कहा गया था। एक बार जब विद्यार्थियों ने खेल की चीजों की सूची बना ली, तो उन्हें उस सूची में से पाँच खेल की चीजें छांटने, प्रत्येक का रेखाचित्र बनाने, और खेल के मैदान में उन्हें स्थापित करने का औचित्य देने को कहा गया। उन्हें दी गई एक वर्कशीट (कार्यपत्रक) भरनी थी। विद्यार्थियों को भारतीय विद्यालय व्यवस्था में कुछ नवाचारी कम बजट वाली खेल के मैदान की चीजों के फोटो और वीडियो भी दिखाए गए।</p>
<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>यह बताया गया था कि चीजें ऐसी होनी चाहिए जिन पर बच्चे खेल सकें। यह पक्ष विद्यार्थियों को स्पष्ट नहीं हो पाया, क्योंकि कुछ समूहों की निर्णायक सूची में फूलों की क्यारी, बेंच/कुर्सी, फ़ौवारा, और तालाब जैसी चीजें शामिल थीं। एक समूह ने सोचा कि प्रत्येक समूह को सभी चीजों और पूरे खेल के मैदान को डिज़ाइन करना है। रुचि ने मैरी-गो-राउंड (चक्रदोला) का वीडियो देखने के बाद यह कहते हुए सुरक्षा का मुद्दा उठाया कि बहुत छोटे बच्चे इस पर नहीं खेल सकते।</p>
<p>पत्रिका नोट्स</p>	<p>क्या आप विद्यार्थियों द्वारा न खेली जाने वाली चीजें शामिल करने का कोई कारण सोच सकते हैं? क्या आपके विचार से, 10 चीजों में से 5 खेलने की चीजें चयन करने के काम कि कोई आवश्यकता थी? यह विद्यार्थियों के सीखने के किस प्रकार के उद्देश्य की पूर्ति करता है</p>
<p>दिन 5</p>	
<p>वर्णन</p>	<p>1) समूहों में डिज़ाइन करने और बनाने के लिए एक खेल की चीज का चयन करना 2) डिज़ाइन खोजने और अनुपातन(स्केलिंग) पर परचिर्चा</p>
<p>योजना</p>	<p>सामग्रियों की व्यवस्था करें जैसे: a) ए4 साइज़ के कागज़ b) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर c) मापन टेप d) उदाहरण देने के लिए अन्य वस्तुओं के डिज़ाइन खोजने के फोटो</p>

<p>गतिविधि</p>	<p>मैंने खेलने की बहुत सामान्य दस चीज़ों की सूची तैयार की है। अब प्रत्येक समूह को डिज़ाइन बनाने और किसी एक खेलने की चीज़ को बनाने पर काम करना होगा। इससे पहले उन्हें अपनी चुनी हुई चीज़ का डिज़ाइन खोजना होगा।</p> <p>सभी समूहों ने अपने खेलने की चीज़ और मॉडल खेल के मैदान का अनुपातन गुणक तय किए। परिचर्चा ने रोचक अधिगम के अवसर जाग्रत किए।</p> <p>उदाहरण के लिए, प्रत्येक समूह को 3 से 7 वर्ष की आयु के बच्चों की ऊँचाई का ध्यान रखते हुए खेलने की चीज़ों के परिमाणों का आकलन करना था। मैंने विद्यार्थियों को अंधाधुंध अनुमान लगाने के बजाए, लम्बाइयों का आकलन करने के लिए प्रोत्साहित किया और सुझाव दिया कि वे लंबाई की तुलना अपने शरीर के साइज़ से कर सकते हैं। अतः बहुत से विद्यार्थी जो अपनी स्वयं की ऊँचाई नहीं जानते थे, उन्होंने अपनी ऊँचाई नापना शुरू कर दिया।</p>
<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>एक विद्यार्थी ने कमरे की ऊँचाई का आकलन 3.5 m ठीक से कर लिया परंतु वह कुछ सेंटीमीटर के छोटे साइज़ों का आकलन करने में कमज़ोर था। दो विद्यार्थियों को लम्बाइयों का आकलन करने में बहुत दिक्कत आती थी। वास्तव में सभी विद्यार्थियों को खेल के मैदान में चीज़ों के सही साइज़ों का आकलन करने के लिए संघर्ष करना पड़ा। परंतु थोड़ी सी मदद और अपने साइज़ों को नाप कर, और छोटे बच्चों के साइज़ों का आकलन करके वे सही-सही आकलन करने लगे। इस आकलन कार्य से इकाई में परिवर्तन और आनुपातिक तर्कण भी परिचर्चा में शामिल हुए। इकाई विनिमय एक तरीका था कि नापने के लिए ऐसा पैमाना लें जिस पर दोनों इकाइयों में चिह्न लगे हों। एक ऐसी ही परिस्थिति द्वारा मॉडल बनाने के कार्य में आनुपातिक तर्कण की समझ को स्पष्ट करना संभव होगा।</p>

<p>पत्रिका नोट्स</p>	<p>वे कौनसे तरीके हैं जिनके द्वारा हम विद्यार्थियों को परिमाण आकलन करना सिखा सकते हैं। एक उदाहरण शरीर के भागों का उपयोग करके है। उच्च प्राथमिक विद्यालय के बच्चे की बीच की उँगली का भाग एक सेंटीमीटर के लगभग होता है।</p>
<p>गतिविधि</p>	<p>विद्यार्थियों ने रेखाचित्रों द्वारा अपनी खेलने की चीजें बनाने की संभावनाओं का पता लगाया। यह कागज़ पर वास्तविक मॉडल प्रस्तुत करने का प्रयास था। प्रत्येक समूह ने एक से अधिक डिजाइन रेखाचित्र बनाए। उन्होंने खेलने की चीजों के विशिष्ट भागों के अलग डिजाइन रेखाचित्र बनाए, जिन पर कार्य करना या अपने साथियों को समझाना उन्हें जटिल लगा। एक समूह द्वारा डिजाइन अन्वेषण को चित्र 2 में दिखाया गया है।</p>
<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>तीन समूहों ने चीज़ के मॉडल की रूपरेखा दिखाने का प्रयास किया, जब कि दूसरों ने मॉडल सूक्ष्म विवरण दिखाने का प्रयास किया। उनमें से कुछ ने बेलनाकार संरचनाओं का उपयोग कर 2डी कागज़ पर 3डी वस्तुएँ चित्रित करने में सफल हुए (चित्र 1 देखें)। परंतु प्रारम्भ में, सभी को मॉडल की कल्पना करना और कागज़ पर उतारना बहुत कठिन लगा था।</p>
<p>पत्रिका नोट्स</p>	<p>क्या आप सोचते हैं कि विज्ञान और गणित को साथ मिलाना एक सही विचार है? क्या कभी ऐसा हुआ कि आपने विज्ञान की कक्षा में ज्यामिती या बीजगणित की संकल्पना को उपयोग में लिया हो? क्या आपने इस बात को वहाँ समझाया या विद्यार्थियों के ज्ञान पर भरोसा किया? क्या आपने कभी साथी गणित के शिक्षक के साथ सहयोग करने का सोचा? आपके अनुसार, कार्य करने से पूर्व डिजाइन रेखाचित्रण का क्या औचित्य है ?</p>

दिन 6	
वर्णन	<ol style="list-style-type: none"> 1. तकनीकी आरेखण को जानना – एक मग का आरेखण 2. डिज़ाइन आरेखण, तकनीकी आरेखण पूरा करना 3. सामग्रियों और साधनों(टूल्स) की सूची/मात्रा
योजना	<p>सामग्रियों की व्यवस्था करें जैसे :</p> <ol style="list-style-type: none"> (a) एक या दो मग, (b) ए4 साइज़ के कागज़, (c) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर
गतिविधि	<p>मैंने एक मग (उदाहरण के लिए) का तकनीकी रेखाचित्र बनाया। विद्यार्थियों को बताया कि तकनीकी रेखाचित्रण में आकृति और आमाप (साइज़) प्रदर्शित करना बहुत महत्वपूर्ण होता है। साइज़ को दिखाने के लिए संकेतक बिन्दुओं और तीरों, अक्ष दिखाने के लिए बिंदू और डैश, खोखलापन दिखाने के लिए बिंदु रेखा, केंद्र दिखाने के लिए क्रॉस को उपयोग में लिया जा सकता है।</p> <p>प्रत्येक दल ने अपने तकनीकी रेखाचित्र को भली भांति देखा (चित्र 3 देखें) और सामग्रियों की एक सूची तैयार की। मैंने उन्हें आवश्यक सभी सामग्रियों की लंबाई, चौड़ाई, ऊँचाई, आंतरिक व्यास और बाह्य व्यास का उल्लेख करने के लिए कहा।</p>

<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>तकनीकी रेखाचित्रण से विद्यार्थियों के लिए ज्यामितीय गुणों को पलगाने का संदर्भ उत्पन्न हुआ। उदाहरण के लिए, विद्यार्थियों ने कागज़ पर एक वृत्त बनाया और पैमाने को विभिन्न बिन्दुओं पर रखते हुए सबसे लंबी जीवा को ढूँढना शुरू कर दिया। इस प्रक्रिया में उन्हें लगा कि किन्हीं दो व्यासों का प्रतिच्छेद वृत्त का केंद्र हो सकता है। परंतु उनके सामने एक और प्रश्न आया कि क्या सभी व्यासों की लंबाई समान है या नहीं। उन्हें दिखाया गया कि किस प्रकार कागज़ मोड़ने की विधि से वृत्त का केंद्र ज्ञात किया जा सकता है। तब उन्होंने दो व्यासों को नापा और निष्कर्ष निकाला कि किसी वृत्त के सभी व्यास समान लंबाई के होते हैं।</p> <p>विद्यार्थियों को बताने के बाद भी मग का तकनीकी रेखाचित्र बनाना कठिन लगा। सबसे कठिन पक्ष दृश्यों को तय करना था। आंतरिक व्यास और बाह्य व्यास की धारणा पर भी परिचर्चा हुई। उन्होंने सदा ऊपर या पार्श्व (बगल के) दृश्यों के बजाए परिदृश्य बनाए। कुल मिलाकार, विद्यार्थी ऊपर से दिखने वाले दृश्य को बनाने में अनिच्छुक थे, इसके बजाए वे पार्श्व और ऊपर के दृश्यों के मिश्रण को चुनते थे। यह मग के लिए विशेष रूप से सही था, जिसकी अनुप्रस्थ काट गोलाकार थी। उन्होंने हमेशा ऊपरी और पार्श्व दृश्यों के बजाए परिदृश्यों को चित्रित किया।</p> <p>दूसरी कठिनाई यह तय करना था कि कहाँ डैश या गहरी रेखाओं का उपयोग होना है, जैसे संकेतक बिन्दुओं, तीरों को बनाने में कठिनाइयाँ और फिर परिमापों और इकाइयों को लिखने में। उन्होंने बिना संकेतक बिन्दुओं के तीर बनाए और तीर की रेखा के बाहर परिमाप लिखे, आदि। ये उदाहरण पूरे मग में और उनकी चीजों के मॉडलों के तकनीकी रेखाचित्र बनाने में भी देखे जा सकते हैं।</p> <p>कुछ सूचियाँ आंशिक रूप से पूर्ण थीं। विद्यार्थियों को अपनी आवश्यकतानुसार सामग्रियों को परिमाप देने के लिए कुछ कार्य फिर से करना पड़ा। विद्यार्थियों द्वारा दी गई सूची में सामग्रियों की आकलित मात्राएँ अधिकतर अधिक या कम हैं।</p>
--------------------------	--

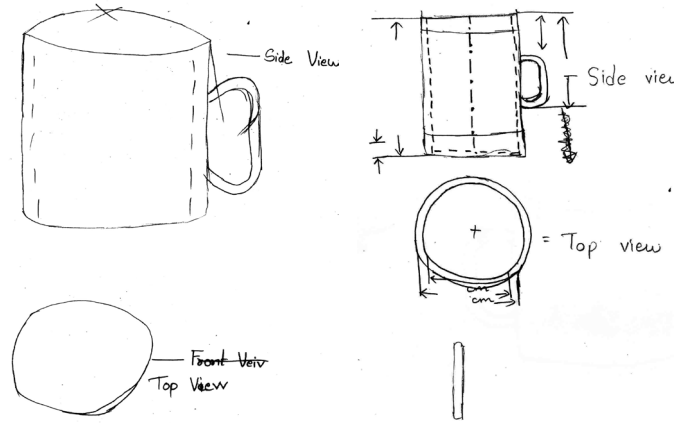
दिन 7	
वर्णन	<ol style="list-style-type: none">1. योजना बनाना सीखना : फरिकी बनाना2. चीज़ के मॉडल बनाने और कार्य वितरण की योजना बनाना3. मॉडल डिज़ाइन और कार्य योजना का प्रस्तुतीकरण
योजना	<p>सामग्रियों की व्यवस्था करें जैसे :</p> <ol style="list-style-type: none">(a) उपयोग में लाए जा चुके कागज़(b) ए4 साइज़ के कागज़,(c) अतिरिक्त पेंसिलें और शार्पनर(d) 10-15 बोर्ड पिन(e) फिरकी को पकड़ने के लिए किसी तरह की मुलायम (जिसमें बोर्ड पिन लगाया जा सके) डंडी(f) तिनकों के छोटे टुकड़े
गतिविधि	<p>मैंने अनुदेश पत्र (बॉक्स 3 देखें) सभी विद्यार्थियों को दे दिया है। इसमें अनुदेशों के साथ दृश्य-सामग्री भी है।</p> <p>प्रत्येक समूह को कार्य और कार्य वितरण की विस्तृत योजना तैयार करने के लिए कहा गया था। और यह योजना अंतिम घंटे (पीरियड) में अन्य समूहों के सामने प्रस्तुत की जानी होती है।</p> <p>(विद्यार्थियों ने अपनी योजना एक सारणी में प्रस्तुत की।) सारणी 4 देखें</p>

<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>सभी दलों ने फिरकी बनाने की कार्य योजना पढ़ी और पाया कि यह बनाना आसान है। एक फिरकी कि रचना ने उन्हें यह बोध कराया कि उन्हें अपना मॉडल बनाने में वास्तव में क्या करना है, यह कौन करेगा तथा किस तरह करेगा।</p> <p>प्रस्तुतीकरण में विद्यार्थियों ने अधिकतर निर्धारण और सुरक्षा के मुद्दों पर परिचर्चा की। कुछ मामलों में प्रस्तुतकर्ताओं के भ्रमों को दूसरों के विचार जानकर दूर किया गया। "श्री चैंपियन" समूह कार्य वितरण के बारे में बात करने के लिए तैयार नहीं था, अतः वे अपने काम में व्यस्त थे। मुझे सुनिश्चित करना था कि पूरा समूह प्रस्तुतीकरण में शामिल हो।</p>
<p>पत्रिका नोट्स</p>	<p>क्या आप सोचते हैं कि कला और शिल्प विज्ञान के लिए उपयोगी योगदान दे सकते हैं? आप के विचार से क्या कला और शिल्प में विज्ञान की कोई भूमिका है? स्टीम (STEAM) के बारे में पढ़ें और अपने विमर्श लिखें।</p>
<p>दिन 8 & 9</p>	
<p>वर्णन</p>	<p>चीज़ का मॉडल बनाना</p>
<p>योजना</p>	<p>दिन 6 को सूचीबद्ध की गई सभी सामग्रियों या उनके विकल्पों की व्यवस्था करें।</p>
<p>गतिविधि</p>	<p>मैंने विद्यार्थियों को सामग्रियाँ उपलब्ध कराईं और समूहों को चीजों के मॉडल बनाने को कहा।</p>
<p>मेरे प्रेक्षण</p>	<p>प्रेक्षित किया कि "श्री चैंपियन" समूह में कोई विशेष प्रगति नहीं थी। अंततः, उनके मॉडल उनके रेखाचित्रों से भिन्न दिखाई पड़े।</p> <p>सभी समूहों ने खेलने की चीज़ें बनाने में "अच्छा टीमवर्क (दलकार्य)" किया था। सदस्यों ने एक दूसरे को सुना, बिना झगड़े अपने समूह कार्य को साझा किया, समस्या और एक दूसरे की चुनौतियों का पूर्वाभास किया, और लक्ष्य को पूरा करने के लिए काम किया।</p>

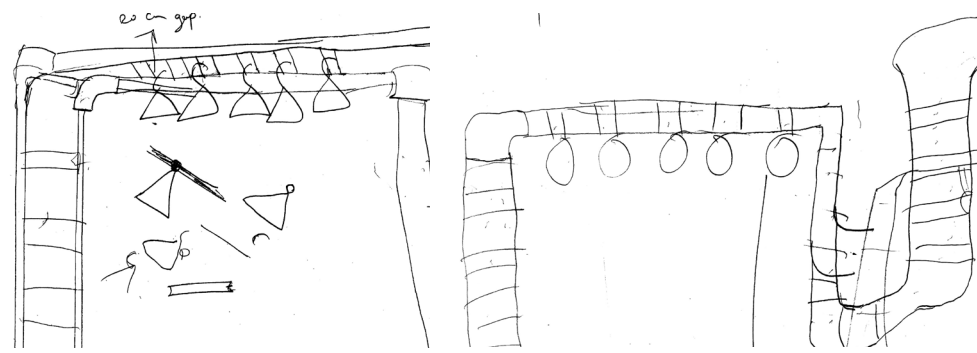
पत्रिका नोट्स	बनाने का यह काम करते समय क्या चुनौतियाँ सामने आ सकती हैं आपके विचार से, क्या इसी प्रकार की चुनौतियाँ आपकी कक्षा में भी आएँगी? इन चुनौतियों से निपटने के लिए आप क्या करेंगे?
दिन 10	
वर्णन	खेलने की चीजों का मूल्यांकन
योजना	छपे हुए मूल्यांकन पत्रों का सुस्पष्ट फॉर्मेट (व्यक्तिगत और समूह दोनों के मूल्यांकनों के लिए)
गतिविधि	मैंने मूल्यांकन पत्र की एक एक प्रति प्रत्येक समूह को दी। फॉर्मेट की एक प्रति बॉक्स 4 में दी हुई है। अब मैं खेलने की चीजों के मॉडलों को इस प्रकार फैला देती हूँ कि प्रत्येक समूह खेलने की चीज़ तक जा सकता है और मॉडल का मूल्यांकन कर सकता है।
मेरे प्रेक्षण	जब विद्यार्थी एक दूसरे के खेलने की चीज़ के मॉडल का मूल्यांकन कर रहे थे, मैं विद्यार्थियों की बातचीत सुन रही थी। इस परिचर्चा ने मुझे विद्यार्थियों को समझने का एक समृद्ध स्रोत भी दिया। कुछ मामलों में मैंने समूहों को कुछ प्रश्न भी पूछे। यह तय किया गया कि अगले दिन सभी समूह एक रिपोर्ट लिखेंगे जिसमें मैदान में ये खेलने की चीज़ें स्थापित करने के बारे में प्रस्ताव होगा।
पत्रिका नोट्स	क्या आपने कभी अपनी कक्षा में साथियों द्वारा मूल्यांकन का उपयोग किया है? क्या आपके विचार से यह संभव है? क्या आप सोचते हैं कि विद्यार्थी एक दूसरे के कार्य के मूल्यांकन से सीखते हैं?

दिन 11 & 12	
वर्णन	1. रिपोर्ट और पंचायत प्रधान को पत्र तैयार करना 2. प्रदर्शनी के लिए तैयारी
योजना	सम्पूर्ण बॉक्स फ़ाइल को सावधानीपूर्वक पढ़ना और रिपोर्ट की रूपरेखा तैयार करना।
गतिविधि	<p>प्रत्येक समूह ने प्रत्येक चीज़ के मॉडल का विस्तृत वर्णन लिखा और यह भी लिखा कि कैसे ये मॉडल उपयुक्त परिवर्तनों के बाद वास्तविक मैदान में उपयोग में लिए जा सकते हैं। विद्यार्थियों ने कुछ अन्य परंतु प्रासंगिक पहलुओं जैसे (a) चीज़ के मॉडल में वास्तविक खेलने की चीज़ बनाने के लिए क्या परिवर्तन करने की आवश्यकता है, (b) इन चीज़ों को बनाने के लिए क्या ध्यान में रखना होगा, (c) किस आयु वर्ग के विद्यार्थियों को कुछ विशेष प्रकार की खेल की चीज़ों की उपलब्धता होगी, (d) इन खेल की चीज़ों के उपयोग के साथ कौन-से सुरक्षा मुद्दे जुड़े हुए हैं?</p> <p>इसके अतिरिक्त विद्यार्थियों ने इस विचार को लागू करने के लिए एक बजट तैयार किया। बजट तैयार करने के लिए, विद्यार्थियों को खेल की चीज़ के लिए उपयोग में लाई जाने वाली सामग्री, आवश्यक सामग्री के लिए धनराशि, और प्रत्येक सामग्री की मूल्य दर की जानकारी चाहिए थी।</p>
मेरे प्रेक्षण	इस परियोजना के माध्यम से बहुत से अधिगम उद्देश्य पूरे हुए, परंतु उनमें से कुछ नहीं।
पत्रिका नोट्स	आपके अनुसार कौनसे अधिगम उद्देश्य पूरे हुए और कौन-से रह गए? आप उसे सुधार के लिए क्या सुझाव देना चाहेंगे?

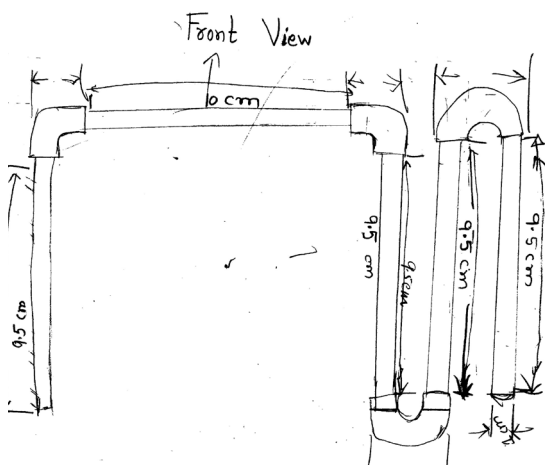
चित्र



चित्र 1: एक समूह "श्री चैंपियन" द्वारा तैयार किया गया तकनीकी रेखाचित्र



चित्र 2: "श्री चैंपियन" द्वारा किया गया डिज़ाइन अन्वेषण



चित्र 3: "श्री चैंपियन" द्वारा तैयार किया गया तकनीकी रेखाचित्र

अनुपूरक सामग्री

समूह का नाम :			
अपने बारे में :			
आपकी अभिरुचियाँ	जो कुछ आप बहुत अच्छी तरह कर सकते हैं	विषय जो आपको सबसे अधिक पसंद है	समूह के सदस्यों के नाम

बॉक्स 1: समूह के सदस्यों की व्यक्तिगत जानकारी का फॉर्मेट (दिन 1 की गतिविधि योजना में संदर्भित)

भुजा 4 की लंबाई (m)	भुजा 3 की लंबाई (m)	भुजा 2 की लंबाई (m)	भुजा 1 की लंबाई (m)	सदस्यों के नाम जिन्होंने लंबाई नापी	समूह का नाम
				रोज़मेरी	समूह 1
				अरिंदम	

बॉक्स 2: दिन 2 की गतिविधि योजना में संदर्भित

स्वयं फिरकी बनाने के लिए अनुदेश पत्र

आप निम्नलिखित अनुदेशों की पालना करते हुए स्वयं एक फिरकी बना सकते हैं :

1. आप कागज़ के बाएँ किनारे पर नीचे के कोने से 14cm और निचले किनारे पर 14cm की दूरी पर निशान लगाएँ। दोनों बिन्दुओं की एक सीधी रेखा से जोड़ दें।
2. उस रेखा पर कागज़ को मोड़ दें और उस मुड़े हुए कोने से (ऊर्ध्व और क्षितिज) लाइने खींचें।
3. जब आप कागज़ को खोल कर मूल स्थिति में लाएँगे तो आप एक वर्ग देखेंगे। कैंची लेकर इस वर्ग को काट लें।
4. पहले खींची हुई रेखा को प्रतिछेदित करती हुई एक रेखा खींचें। प्रतिछेद से 2cm की दूरी पर रेखाओं पर निशान लगाएँ। दोनों कर्णों के दायीं ओर निशान लगाएँ। यदि आप चाहें तो कुछ चित्रकारी करके इसे सजा सकते हैं।
5. वर्ग के किनारे से 2cm के निशान तक काटें।
6. कटे हुए वर्ग के कोनों को परिच्छेद पर जोड़ें और मोड़ दें।
7. दूसरे कोनो के साथ भी ऐसा ही करें।
8. एक पिन लगाकर (परिच्छेद पर) चारों कोनो को जोड़ दें।
9. पिन के नोकीले सिरे पर पेंसिल या रबर लगा दें, ताकि आपको चोट न लगे।
10. आप फिरकी का साइज़ बदल सकते हैं। परंतु, छोटी फिरकियाँ बड़ी से अधिक अच्छी चलती हैं।
11. जब आप फिरकी के फलकों पर हवा फूँकते हैं, तो फिरकी दक्षिणावर्त(दायीं ओर) घूमती है। यदि आप चाहते हैं कि फिरकी वामावर्त (बायीं ओर) घूमे, तो कोनों के बायीं ओर निशान लगाएँ।

बॉक्स 3: फिरकी बनाने के लिए अनुदेश पत्र

मूल्यांकन पत्र

मूल्यांकनकर्ता समूह का नाम :

समूह का नाम					
चीज़ का नाम					
क्या मॉडल परिमाण में आनुपातिक है? (हाँ/ नहीं)					
क्या मॉडल का नाप सही है? (हाँ / नहीं)					
सामग्री का उपयोग : उपयुक्त उपयोग = 3, अधिकांश उपयोग उपयुक्त = 2, बिलकुल उपयुक्त नहीं = 1					

मॉडलों को 1 से 5 तक के पैमाने पर मूल्यांकित करने के लिए मानदंड (5 = उत्तम, 3 = औसत, 1 = असंतोषजनक)

समूह का नाम					
चीज़ का नाम					
स्थायी(आसानी से गिरेगा नहीं)					
टिकाऊ(अधिक चलने वाली)					
मज़बूत(टूटेगी नहीं)					
सुरक्षित					
उपयोग में आसान					
सौंदर्यबोधक (दिखने में अच्छी)					

खेल की प्रत्येक चीज़ के बारे में लिखें :

मॉडल को कैसे बेहतर बना सकते हैं?	मॉडल के साथ क्या समस्याएँ हैं?	मॉडल में क्या अच्छे पहलू हैं?	समूह और चीज़ के नाम

कोई और टिप्पणी :

बॉक्स 4 : मूल्यांकन पत्र का फॉर्मैट

Credits / Attribution

This article is adapted from an earlier work:

Shome, S., Shastri, V.V., Khunyakari, R. and Natarajan, C. (2011). What do students learn from designing and making a playground model. Proceedings of PATT - 25, pp.357-366.

About the Author

Saurav Shome works as a Resource Person at the Azim Premji Foundation. He has a Master's degree in Physics and is perusing his PhD in Science Education from Homi Bhabha Centre for Science Education (TIFR).

Email: shomesaurav@gmail.com

इकाई 03: विज्ञान शिक्षण के सिद्धांत और अभ्यास

स्वाध्याय 03: पाठ्यपुस्तक विश्लेषण

एक पेशेवर के नाते देखें कितने दुरूस्त हैं हमारे औज़ार

हिमांशु श्रीवास्तव

इस बात से तो आप सभी सहमत होंगे कि गुणवत्तापूर्ण विज्ञान शिक्षा के लिए अच्छे शैक्षिक संसाधनों का होना बेहद जरूरी है, जैसे- व्यवस्थित विज्ञान प्रयोगशालाएं, अच्छे डिजिटल सीखने-सिखाने के संसाधन, गतिविधियां कराने के लिए पर्याप्त जगह और प्रयोग या गतिविधि के बाद विमर्श के लिए समय। परंतु जैसा कि हम सभी जानते हैं, ज़मीनी हकीकत इससे काफी अलग है। अधिकांश स्कूलों में, विज्ञान प्रयोगशालाएं एकदम खस्ता हालत में हैं या फिर बहुत ही कम उपयोग की जाती हैं। खोज-आधारित शिक्षण के लिए अतिरिक्त समय की जरूरत पड़ती है, पर स्कूल की समय-सारणी में कोई लचीलापन नहीं होता। कक्षा के 30-35 मिनट के पीरियड में 40 या उससे भी अधिक विद्यार्थियों वाली कक्षा में सभी को प्रयोग करने के लिए पर्याप्त समय नहीं होता। दो कालांशों को मिलाकर कुछ मदद मिल तो सकती है, परंतु नियम इसकी इज़ाज़त नहीं देते। शिक्षकों को भी जो डिजिटल संसाधन उपलब्ध हैं, उनकी गुणवत्ता आम तौर पर काफी खराब है। ना तो ये संसाधन विद्यार्थियों को सक्रिय रूप से कुछ करने के मौके देते हैं और ना ही उन्हें खुद से ज्ञान का निर्माण करने में मदद कर पाते हैं। इससे भी अधिक चिंता की बात तो यह है कि आंकलन विद्यार्थियों की संकल्पनात्मक समझ या सीखे गए ज्ञान को नए संदर्भों में उपयोग में लाने की क्षमता परखने की बजाय इस बात पर केन्द्रित रहता है कि वे कितना याद कर सकते हैं। तो क्या स्थिति बिल्कुल ही निराशाजनक है या कहीं कुछ संभावनाएं भी दिखती हैं?

कई शिक्षक संसाधनों और कठिनाइयों का रोना रोने की बजाय अपने स्तर पर इन समस्याओं से जूझते हुए भी नज़र आते हैं। इसका एक अच्छा उदाहरण है स्थानीय स्तर पर उपलब्ध संसाधनों का उपयोग। विज्ञान की तमाम संकल्पनाओं पर समझ बनाने के लिए स्कूलों में प्रयोग किए जाने बेहद जरूरी हैं। पर व्यवस्थित प्रयोगशाला ना होने से अक्सर ऐसा नहीं हो पाता। ऐसा देखा गया है कि कुछ शिक्षक स्थानीय स्तर पर उपलब्ध, कम लागत वाली सामग्री का उपयोग कर लेते हैं

और व्यवस्थित प्रयोगशाला का ना होना सीखने-सिखाने में अड़चन नहीं बनता। यदि आप भी अपने स्कूल में ऐसा कुछ कर रहे हैं तो आपके भी प्रयासों की सराहना की जानी चाहिए।

अगर कक्षा में होने वाली प्रक्रियाओं के स्तर पर देखें तो समझ में आता है कि भले ही स्कूल में विज्ञान पढ़ाने का कोई एक आदर्श तरीका नहीं सुझाया जा सकता हो, पर शिक्षाविदों में इस बात को लेकर तो सहमति है ही कि पढ़ाते समय शिक्षकों को बच्चों के परिवेश और सीखने-सिखाने के तत्कालीन संदर्भ पर अवश्य विचार करना चाहिए। इसी कारण, एक शिक्षक के रूप में, हमें यह समझना होगा कि ना केवल हमें विषय-वस्तु पर अपनी समझ को बेहतर बनाने की कोशिश करनी चाहिए, बल्कि किसी संकल्पना को अपने विद्यार्थियों के संदर्भ में समझाने के लिए बेहतर विधियां खोजने के लिए भी लगातार प्रयास करते रहना चाहिए। हमें अपने विद्यार्थियों की आवश्यकताओं, उनके रोजमर्रा के अनुभवों और विचारों के प्रति संवेदनशील होना चाहिए और उन्हें सीखने-सिखाने की प्रक्रिया में सक्रिय रूप से शामिल होने के मौके देने चाहिए। यह भी समझना होगा कि सीखते समय गलतियां होना बहुत स्वाभाविक बात है और विद्यार्थियों को गलतियां करने और गलतियों को सुधारने के भरपूर मौके मिलने चाहिए।

आगे इस लेख में विद्यार्थियों के लिए गुणवत्तापूर्ण विज्ञान शिक्षा सुनिश्चित करने के लिए एक और जरूरी आयाम पर बात की गई है। मैं आपका ध्यान उन पाठ्यपुस्तकों की तरफ ले जाना चाहता हूँ जिन्हें हम कक्षा में पढ़ाने के लिए इस्तेमाल करते हैं। हमारे देश में यह बात किसी से छिपी नहीं है कि स्कूल में क्या पढ़ाया जाएगा और क्या नहीं, यह इस बात से तय होता है कि पाठ्यपुस्तकों में अमुख विषय को कैसे शामिल किया गया है, बल्कि किया भी गया है या नहीं, और परीक्षा में उसके लिए कितने अंक निर्धारित हैं। इससे जुड़ा हुआ एक और कड़वा सच जो नज़रअंदाज नहीं किया जा सकता, वह यह कि ज़्यादातर शिक्षकों के पास उनकी पाठ्यपुस्तकों के अलावा कोई और शिक्षण सामग्री उपलब्ध ही नहीं होती। दिल्ली विश्वविद्यालय के जाने-माने शिक्षाविद् प्रोफेसर कृष्ण कुमार कहते हैं कि देश में ज़्यादातर स्कूलों की स्थिति ऐसी है कि शिक्षकों के पास संसाधनों के रूप में एकमात्र चीज़ जो उपलब्ध है, वह है उनकी पाठ्यपुस्तकें। इस तथ्य को राष्ट्रीय फोकस समूह के "पाठ्यचर्या, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें" नाम से तैयार आधार पत्र में भी उजागर किया गया है और इस बात पर भी चिंता जताई गई है कि पाठ्यपुस्तकें कक्षाओं में किस तरह से इस्तेमाल होती हैं।

- पाठ्यपुस्तक पाठ्यक्रम का मूर्तरूप बन गई है। शिक्षकों से अपेक्षा रहती है कि वे केवल वही पढ़ाएं जो पाठ्यपुस्तक में है, उसके अलावा कुछ नहीं !
- पाठ्यपुस्तक ही मूल्यांकन का आधार भी है, क्योंकि अमूमन विद्यार्थियों के सीखने को इस बात से परखा जाता है कि वे पाठ के पीछे दिए गए सवालों के जवाब कितनी कुशलता से पाठ में से ढूंढकर वैसे का वैसा उतार पाते हैं।

अगर पाठ्यपुस्तकें शिक्षा व्यवस्था में इस कदर केन्द्रीय भूमिका में हैं तो काफी ज़रूरी हो जाता है कि पाठ्यपुस्तकों की विवेचनात्मक समीक्षा की जाए। हमें इस बात का पूरा इल्म होना चाहिए कि हमारे औज़ार किस स्तर के हैं, उनसे हम क्या कर सकते हैं और क्या नहीं। आखिर किसी भी पेशे में लगे लोग अपने पेशे से जुड़े औज़ारों की अच्छी परख रखते हैं और हमेशा इस बात को लेकर सतर्क रहते हैं कि उनके औज़ार एकदम दुरुस्त हों ताकि वे अपने काम में उनका अच्छे से अच्छा इस्तेमाल कर सकें।

'एकलव्य' शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशालाओं का अनुभव

'एकलव्य' एक स्वैच्छिक संस्था है जो पिछले कई वर्षों से शिक्षा एवं जनविज्ञान के क्षेत्र में काम कर रही है। संस्था के काम का एक प्रमुख हिस्सा विज्ञान एवं अन्य विषयों में शैक्षिक शोध करना और बच्चों, पालकों एवं शिक्षकों के लिए गुणवत्तापूर्ण सामग्री तैयार करना है। समय-समय पर संस्था शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशालाएं भी आयोजित करती है। विज्ञान शिक्षा के संदर्भ में आयोजित इन कार्यशालाओं में ज़्यादा ध्यान विषयवस्तु की समझ को पुरव्ता करने, विज्ञान विषय की प्रकृति पर समझ बनाने और विज्ञान के दायरे में रहते हुए किसी सवाल का जवाब ढूंढने के तरीके सीखने पर दिया जाता है।

पिछले कुछ वर्षों से सप्ताह भर चलने वाली इन आवासीय कार्यशालाओं में हमने विषयवस्तु और विज्ञान की प्रक्रिया पर होने वाले सत्रों के साथ-साथ एक और सत्र को भी शामिल किया है जिसमें हमारी कोशिश है कि कार्यशाला में भाग लेने वाले शिक्षक-शिक्षिकाएं पाठ्यचर्या, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकों से जुड़े तमाम पहलुओं पर कुछ समझ बना सकें और इस समझ और अपने अनुभव के आधार पर इन दस्तावेज़ों की समीक्षा कर पाएं। हम आशा करते हैं कि पाठ्यपुस्तक समीक्षा की प्रक्रिया में जुड़ने से शिक्षकों का पाठ्यचर्या और पाठ्यपुस्तकों के प्रति एक विवेचनात्मक दृष्टिकोण विकसित होगा और उनकी अपने पेशे में कहीं मज़बूत पकड़ बनेगी।

हमारा मानना है कि पाठ्यपुस्तक में क्या शामिल किया जाए और क्या नहीं और उसे कैसे प्रस्तुत किया जाए, इस बारे में शिक्षकों की राय सबसे ज़्यादा मायने रखती है क्योंकि वे शिक्षक ही हैं जो कक्षा में बच्चों को पाठ्यपुस्तक समझने में मदद करते हैं, ना कि राष्ट्रीय और राज्यस्तरीय संस्थाओं में बैठे शिक्षाशास्त्री या विषय विशेषज्ञ। वे शिक्षक ही हैं जो यह जानते हैं कि अमुख संदर्भ में कौन-से तरीके और कौन-से उदाहरण काम करते हैं और कौन-से नहीं। हर दिन उन्हें ही बच्चों के सवालों से जूझना होता है और वे ही आए दिन बच्चों के मां-बाप की शिकायतों का भी सामना करते हैं। अगर उन्हें सिर्फ राज्य द्वारा निर्धारित पाठ्यपुस्तकों को बिना दिमाग लगाए कक्षा में करवाना पड़े और पूरा ध्यान इस बात में लगा हो कि पाठ्यक्रम को कैसे खत्म करें तो यह समझना कतई मुश्किल नहीं है कि क्यों उन्हें अपना ही काम काफ़ी उबाऊ लगने लगता है और क्यों उनका स्वायत्तता का बोध लुप्त हो जाता है। हम मानते हैं कि पाठ्यचर्या, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकों के साथ समालोचनात्मक जुड़ाव उस स्वायत्तता को पुनः प्राप्त करने में मदद करता है।

पाठ्यपुस्तक समीक्षा सत्र का ढांचा

ऐसे किसी सत्र में बातचीत की शुरुआत में हम शिक्षकों को यह सोचने के लिए प्रोत्साहित करते हैं कि विज्ञान शिक्षा के क्या उद्देश्य होने चाहिए, बच्चों को विज्ञान क्यों पढ़ाया जाना चाहिए और यह भी कि यही उद्देश्य क्यों होने चाहिए। उन्हें इस बात पर भी सोचना होता है कि अगर किसी उद्देश्य को चुना गया है तो उस उद्देश्य को पूरा करने के लिए किस तरह का पाठ्यक्रम होना चाहिए, किन मुद्दों पर ध्यान दिया जाना चाहिए और पढ़ाने का तरीका क्या होना चाहिए। लगभग 40 शिक्षकों की इन कार्यशालाओं में 4-5 शिक्षकों के समूह बनाए जाते हैं और ज़्यादातर बातचीत समूह स्तर पर ही होती है। आधे-पौने घंटे की मशक्कत के बाद समूहों से विज्ञान शिक्षा के जो उद्देश्य उभरकर आते हैं, उन्हें ब्लैकबोर्ड पर लिख दिया जाता है। कभी-कभी सबकी सहूलियत के लिए कुछ बातों को दूसरे तरीकों से भी रखना पड़ता है ताकि सभी लोग समझ सकें कि क्या कहा जा रहा है। हमारा अनुभव है कि इस प्रक्रिया से जो उद्देश्य निकलकर आते हैं, वे किसी भी मानक पाठ्यचर्या में उल्लिखित उद्देश्यों के तकररीबन समान ही होते हैं हालांकि अभिव्यक्ति का तरीका थोड़ा अलग होता है।

फिर यह बातचीत होती है कि पाठ्यचर्या बनाते समय कौन-कौन लोग शामिल होते हैं, किस तरह की बहसें होती हैं, और कितनी लम्बी और सघन प्रक्रिया से गुजरकर इस तरह के दस्तावेज़ तैयार होते हैं। चूंकि शिक्षक उस प्रक्रिया का एक छोटा स्वरूप खुद अनुभव कर चुके होते हैं, वे पाठ्यचर्या

में शामिल मुद्दों को, उसको बनाने के पीछे की सोच और उसको तैयार करने की प्रक्रिया को कहीं बेहतर समझ पाते हैं।

इसके बाद कुछ समय लगाया जाता है नीतिगत दस्तावेजों से रूबरू होने में। राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा और विशेषकर विज्ञान शिक्षण के बारे में राष्ट्रीय फोकस समूह के आधार पत्र के कुछ हिस्से शिक्षक समूहों में पढ़ते हैं जिसमें विज्ञान शिक्षा के उद्देश्यों पर विमर्श किया गया है और एक आदर्श विज्ञान पाठ्यचर्या के लिए छः मानदंड सुझाए गए हैं (संज्ञानात्मक वैधता, विषयवस्तु वैधता, प्रक्रिया वैधता, ऐतिहासिक वैधता, पर्यावरणीय वैधता, और नैतिक वैधता)। थोड़ी चर्चा राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा बनने की निर्माण प्रक्रिया पर भी होती है। शिक्षकों को यह समझते देर नहीं लगती कि जो मुद्दे उन्होंने इतनी मशक्कत के बाद निकाले थे, तक्ररीबन वही मुद्दे इन कागजों में दिए गए हैं - हां, लिखने का तरीका कुछ अलग है - बोलचाल की हिंदी नहीं बल्कि मानक हिंदी का इस्तेमाल किया गया है। इन दस्तावेजों को देखने से जहां एक ओर उन्हें अपने सोचने की दिशा के बारे में कुछ आश्वासन मिलता है, वहीं ये दस्तावेज इस बातचीत को एक औपचारिक आधार भी प्रदान करते हैं।

पिछले कुछ सालों के अनुभव के आधार पर हमने आधार पत्र में उल्लिखित मानदंडों को कुछ सवालों (देखें- परिशिष्ट 1) के रूप में तब्दील कर लिया है। जैसे- 1) अमुख पाठ विज्ञान शिक्षा के किन उद्देश्यों को पूरा करने में मदद कर रहा है? 2) इस पाठ को लिखने वाले लोगों ने बच्चों के सामाजिक-आर्थिक परिवेश के बारे में क्या मान कर चला है? किस परिवेश के बच्चों के सवालों और अनुभवों को शामिल किया गया है और किस परिवेश को बिल्कुल जगह नहीं मिली है? 3) क्या कोई ऐसे मुद्दे हैं जो विषयवस्तु के हिसाब से जरूरी हैं पर पाठ में शामिल नहीं किए गए हैं? इसको तय करने का क्या आधार हो सकता है? 4) क्या पाठ की विषयवस्तु उस कक्षा के स्तर पर चर्चा करने के लिए उपयुक्त लगती है? 5) बच्चे इस पाठ को पढ़ने के बाद किस तरह के मूल्य सीखेंगे? क्या पाठ में व्यापक सामाजिक और पर्यावरणीय मुद्दों की ओर भी ध्यान खींचने की कोशिश की गई है? 6) क्या पाठ के पीछे दिए गए प्रश्न बच्चों को सोचने पर मजबूर करते हैं और सीखी हुई बातों को अलग-अलग स्थितियों में उपयोग करने के अवसर देते हैं या बच्चे सिर्फ रटकर उन प्रश्नों का उत्तर दे पाएंगे? 7) पाठ में बच्चों को सवाल पूछने, अपने अनुभव साझा करने, एक-दूसरे से तर्क करने, किसी वैज्ञानिक कथन या तर्क की प्रामाणिकता की जांच करने के क्या अवसर उपलब्ध कराए गए हैं? 8) अगर आपको इस पाठ में अपने संदर्भ के बच्चों की जरूरतों को ध्यान में

रखते हुए कुछ फेरबदल करने का मौका मिले, तो आप पाठ में क्या बदलाव करना चाहेंगे?

समय सीमा को ध्यान में रखते हुए पाठ्यपुस्तक समीक्षा के वक्त मोटे तौर पर इन्हीं 7-8 सवालों पर फोकस करने के लिए कहा जाता है। सत्र के अंत में सभी समूह अपनी-अपनी समीक्षाएं प्रस्तुत करते हैं और बाकी साथियों के सवालों और टिप्पणियों का जवाब देते हैं।

हर साल की कार्यशाला के ढांचे में थोड़ा-बहुत फेरबदल होता रहता है। मसलन 2013 की कार्यशाला में सत्र की शुरुआत में हमने शिक्षकों को प्रकाश संश्लेषण पर कक्षा 7 में पढ़ाई जाने वाली तीन पाठ्यपुस्तकों के अध्याय दिए थे और उन्हें इनकी तुलनात्मक समीक्षा करने को कहा था। तुलना के आधारबिंदुओं को ब्लैकबोर्ड पर सूचीबद्ध किया गया था और वही आगे की चर्चा का आधार बना था। 2015 में भी लगभग इसी तरीके से इस सत्र की शुरुआत हुई थी, पर 2016 में हमने सीधे ही विज्ञान शिक्षा के उद्देश्यों पर बातचीत शुरू की थी। अगर सत्र के लिए पर्याप्त समय नहीं है तो बेहतर यही होगा कि बातचीत सीधा विज्ञान शिक्षा के उद्देश्यों से ही शुरू की जाए।

समीक्षा के लिए पाठ्यपुस्तक के कौन-से अध्याय चुने जाएं, यह भी एक गंभीर मसला है। हमने इस बारे में दो-तीन प्रयोग किए हैं। 2013 में हमने शिक्षकों को एक ही विषयवस्तु पर तीन अलग-अलग राज्यों की अलग-अलग स्तर की पाठ्यपुस्तकों से लिए गए अध्यायों की समीक्षा करने को कहा था। यह अनुभव बहुत अच्छा नहीं रहा था जिसकी दो प्रमुख वजहें थी - शिक्षकों का विषयवस्तु पर पकड़ का अभाव और विविधता के चलते समीक्षाओं की तुलना ना कर पाने की सीमा। 2014 की कार्यशाला में किसी वजह से हम यह सत्र नहीं रख पाए थे, पर 2015 में हमने अपनी रणनीति में थोड़ा बदलाव किया और विषयवस्तु की समझ को समीक्षा में आड़े ना आने देने के लिए NCERT की कक्षा 7 और 8 की विज्ञान पाठ्यपुस्तकों से चार अध्यायों - ऊष्मा, मिट्टी, पौधों में पोषण और तारे एवं सौर परिवार, को चुना। इससे समीक्षा में होने वाली विविधता को भी हम कुछ हद तक नियंत्रित कर पाए। 2016 में एक प्रयोग के तौर पर हमने दो राज्यों की कक्षा 9 की विज्ञान पाठ्यपुस्तकों से कचरा प्रबंधन और स्वास्थ्य के अध्यायों को समीक्षा के लिए चुना ताकि विषयवस्तु के साथ-साथ सामाजिक मूल्यों पर भी बातचीत की गुंजाइश हो।

सत्रों में होने वाली चर्चा

विज्ञान शिक्षा के उद्देश्यों पर होने वाली समूह स्तर की बातचीत में जो बिन्दु बहुत सहजता से उभरकर आ जाते हैं, उनमें शामिल हैं - बच्चों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास, विज्ञान में नई-नई

खोजों और आविष्कारों से बच्चों को परिचित कराना, प्रायोगिक कार्य में कुशलता का विकास, तकनीकी ज्ञान का इस्तेमाल कर पाने की काबिलियत, वैज्ञानिक साक्षरता का विकास, विज्ञान विषय की प्रकृति के बारे में समझ बनाना, और कुछ विशिष्ट मूल्यों की सीख जैसे- तार्किक सोच, आलोचनात्मक दृष्टिकोण, प्रयोग करने और परिणाम साझा करने में ईमानदारी आदि। अमूमन शिक्षक इस बात पर उतना ध्यान नहीं देते कि विज्ञान या किसी भी विषय में ज्ञान का निर्माण एक लंबी सामाजिक, सांस्कृतिक प्रक्रिया से होकर ही अपना अमूर्त और जटिल रूप धारण करता है और विज्ञान शिक्षा का एक मकसद इस ऐतिहासिक उपक्रम से उपजे ज्ञान को आगे आने वाली पीढ़ी तक पहुंचाना भी है।

इस सवाल के जवाब में कि उन्हें यही उद्देश्य क्यों महत्वपूर्ण लगते हैं, तीन तरह के तर्क निकलकर आते हैं - A) समाज में किसी भी स्तर पर बदलाव लाने के लिए, B) लोगों को अपनी रोज़ी-रोटी कमाने के लिए जरूरी कौशल सीखने के लिए, और C) विषय में ज्ञान निर्माण की प्रक्रिया में सक्रिय भूमिका निभाने के लिए। अभी तक जो सत्र हुए हैं, उनमें हम इन तर्कों की सार्थकता पर बहुत बातचीत नहीं कर पाए हैं। हमारी कोशिश रहेगी कि आगे हम जब भी यह सत्र करें, इन तर्कों को भी थोड़ा टटोलकर देखा जाए।

इन उद्देश्यों की पूर्ति के लिए पढ़ाने के तरीकों के रूप में अब तक जो सुझाव आए हैं, उनमें प्रमुख हैं - बच्चों को खोजबीन आधारित प्रोजेक्ट्स (Investigatory projects) के मौके देना, प्रयोग करने के मौके देना, शैक्षिक भ्रमण पर ले जाना, केस स्टडी का विश्लेषण करना, विवादित मुद्दों (controversial issues) पर चर्चा करना, आदि। कक्षा में एक शिक्षक की भूमिका कैसी हो - इस पर बात करते हुए शिक्षक खुद ही यह पैरवी करते हैं कि उन्हें सिर्फ सीखने में एक मददगार व्यक्ति की भूमिका निभानी चाहिए।

हमारा अनुभव बताता है कि सत्र के दौरान जहां यह चर्चा काफ़ी संतोषजनक तरीके से हो जाती है, पाठों की समीक्षा की गतिविधि में कई बातें ठीक से नहीं आ पातीं। कई बार विषयवस्तु की पुरव्ता समझ ना होने और पाठ में शामिल अवधारणाओं की समझ के ऐतिहासिक विकास के बारे में आधी-अधूरी जानकारी होने से शिक्षक विषयवस्तु की तकनीकी गड़बड़ियां ठीक से नहीं पकड़ पाते हैं और ना ही उस विषय के ऐतिहासिक महत्व के बारे में बात रख पाते हैं। पर पाठ की भाषा,

गतिविधियों की प्रकृति, पाठ में पूछे गए प्रश्नों की प्रकृति, चित्रों की गुणवत्ता, तकनीकी शब्दों का इस्तेमाल, परिभाषाओं की ज़रूरत, बच्चों के पूर्व ज्ञान और उनके परिवेश के बारे में मान्यताएं, बच्चों के लिए दी गई गतिविधियां और पाठ पढ़ने के बाद संभावित मूल्यों की सीख के बारे में काफ़ी ठीक से बातचीत हो पाती है।

सत्रों से उभरते व्यापक मुद्दे

पाठ्यपुस्तक समीक्षा पर इस विमर्श से कुछ व्यापक मुद्दे उभरते हैं, जिन पर ध्यान देना बहुत जरूरी है।

1. पढ़ाने के लिए मौजूद तमाम संसाधनों में से हमारी पाठ्यपुस्तक मात्र एक संसाधन है और हमें सक्रिय रूप से वैकल्पिक संसाधनों को ढूंढने की जरूरत है।
2. पाठ्यपुस्तकें राज्य की ओर से सुझाई गई सामग्री हैं और उनको शब्दशः पालन करना कतई जरूरी नहीं है। पाठ्यपुस्तक का शब्दशः पालन करने से बच्चों की सोच और उनके सवालों या उनके अनुभवों के लिए कक्षा में जगह नहीं बचती। हमें अपने बच्चों की जरूरतों और उनके परिवेश को समझते हुए पाठ्यपुस्तकों के क्रियान्वयन में जरूरी फेरबदल करना ही चाहिए।
3. पाठ्यपुस्तक लिखने वाला समूह चाहे कितनी भी कोशिश कर ले, कहीं ना कहीं कुछ गलती रह ही जाती है। इसलिए पाठ्यपुस्तक में लिखी हुई बात को परम सत्य मान लेना और उस पर आंख मूंदकर भरोसा करना, भारी गलती होगी।
4. पाठ्यपुस्तक किस तरह के मूल्यों और किस विचारधारा को बढ़ावा दे रही है, उस पर एक पैनी नज़र होना बेहद जरूरी है। यह सुनिश्चित करने की ज़िम्मेदारी हम शिक्षकों पर ही है कि पाठ्यपुस्तक कहीं गैरबराबरी या पहचान आधारित भेदभाव जैसे असंवैधानिक मूल्यों को तो बढ़ावा नहीं दे रही।

अंत में बस इतना ही

हमारा मानना है कि विज्ञान शिक्षा के उद्देश्यों पर विमर्श और अपनी कक्षा के अनुभवों को ध्यान में रखते हुए पाठ्यपुस्तकों की समीक्षा की गतिविधि पाठ्यपुस्तकों को बेहतर बनाने में काफ़ी उपयोगी साबित हो सकती है। इस प्रक्रिया में शामिल होने से शिक्षक पाठ्यपुस्तकों को बनाने के पीछे की सोच और परिप्रेक्ष्य को कुछ हद तक समझ पाते हैं। यह दावा करना तो कठिन है कि इससे

उनकी व्यवसायिक छवि निश्चित रूप से प्रबल होती है। पर हम आशा करते हैं कि कम से कम कुछ शिक्षक ऐसी गतिविधियों को उपयोगी पाएंगे और समीक्षा के लिए सुझाई गई रूपरेखा को अपनी पाठ्यपुस्तकों के विश्लेषण में इस्तेमाल करेंगे। व्यवसायिक सशक्तिकरण का कोई आसान रास्ता नहीं है। विभिन्न स्तरों पर प्रयास किए जा रहे हैं। हमें उम्मीद है कि एक पेशेवर के रूप में शिक्षक अगर अपने औजारों का विवेचनात्मक मूल्यांकन करें तो वे ना केवल अपनी स्वायत्ता को दोबारा हासिल कर पाएंगे बल्कि अपने पेशे में एक मजबूत पकड़ बना पाएंगे। इस लेख के ज़रिए हम राष्ट्रीय और राज्य-स्तरीय शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशालाओं में ऐसी बौद्धिक गतिविधि के लिए खास जगह बनाए जाने की पैरवी करते हैं।

और पढ़ने के लिए सुझाव

1. 'पाठ्यचर्या, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें' पर एनसीएफ 2005 का आधार पत्र
2. 'विज्ञान शिक्षण' पर एनसीएफ 2005 का आधार पत्र

परिशिष्ट 1

पाठ्यपुस्तक समीक्षा के लिए कुछ बिंदु

1. क्या यह पाठ पाठ्यचर्या में उल्लिखित उद्देश्यों को प्राप्त करने में कोई भूमिका निभा पा रहा है? किन उद्देश्यों को पूरा करने में योगदान करता हुआ नज़र आता है और किनको नहीं?
2. कौन-सी अवधारणाओं को पाठ में शामिल किया गया है? क्या कुछ ऐसी भी अवधारणाएं हैं जो विषयवस्तु की समझ बनाने के दृष्टिकोण से ज़रूरी लगती हैं, लेकिन पाठ में उनको कोई स्थान नहीं दिया गया है? पाठ की विषयवस्तु को निर्धारित करने का क्या आधार हो सकता है?
3. क्या पाठ की विषयवस्तु उस कक्षा के स्तर पर चर्चा करने के लिए उपयुक्त लगती है? क्या पाठ की भाषा इतनी स्पष्ट है कि उस उम्र के बच्चों को समझ में आएगी?
4. बच्चों के पूर्व ज्ञान के बारे में क्या मान्यता लग रही है? इस पाठ को पढ़ने वाले बच्चों से पहले से क्या-क्या मालूम होने की अपेक्षा है?
5. बच्चों के सामाजिक-आर्थिक परिवेश के बारे में क्या मान्यता लग रही है? किन सामाजिक-आर्थिक संदर्भों को पाठ में ठीक से शामिल किया गया है और किनको

नहीं?

6. पाठ की विषयवस्तु में तथ्यात्मक या तकनीकी गड़बड़ी भी हो सकती है, उसे पकड़ने की भी कोशिश करें।
7. क्या पाठ की विषयवस्तु को ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य में प्रस्तुत किया गया है - मसलन क्या किसी अवधारणा को सिखाने के लिए इस बात पर विमर्श किया गया है कि उस अवधारणा का विकास कैसे हुआ? क्या बच्चे यह पाठ पढ़ने के बाद यह समझ पाएंगे कि इतिहास में इन विचारों पर समझ कैसे बनी?
8. पाठ में किन मूल्यों को बढ़ावा दिया गया है? पाठ पढ़ने के बाद बच्चों से किन मूल्यों को सीखने की अपेक्षा है? क्या पाठ में व्यापक सामाजिक और पर्यावरणीय मुद्दों की ओर भी ध्यान खींचने की कोशिश की गई है?
9. इस पाठ को पढ़ने के बाद बच्चों के दिमाग में विज्ञान की क्या छवि बनने की संभावना है?
10. क्या पाठ में दी गई गतिविधियां प्रासंगिक हैं? क्या कोई ऐसी भी गतिविधि है जो कुछ गड़बड़ है या जिसे करने में कोई अड़चन आ सकती है?
11. क्या पाठ में शामिल चित्र, फोटो या अन्य रेखाचित्र पाठ की विषयवस्तु को समझने में मदद कर रहे हैं या सिर्फ साज़-सज्जा का काम कर रहे हैं? अगर चित्रों में कोई गलती समझ में आये तो उसे भी नोट करें।
12. परीक्षा में इस पाठ के लिए कितने अंक निर्धारित होते हैं और इस पाठ से किस तरह के प्रश्न पूछे जाते हैं?
13. क्या पाठ के पीछे दिए गए प्रश्न बच्चों को सोचने पर मजबूर करते हैं और सीखी हुई अवधारणाओं को अलग-अलग स्थितियों में उपयोग करने के अवसर देते हैं या बच्चे सिर्फ रटकर उन प्रश्नों का उत्तर दे पाएंगे?
14. सीखने-सिखाने का तरीका -
 - a) पाठ में बच्चों को सवाल पूछने, अपने अनुभव साझा करने, एक-दूसरे से तर्क करने, किसी वैज्ञानिक कथन या तर्क की प्रामाणिकता की जांच करने के क्या अवसर उपलब्ध कराए गए हैं?
 - b) क्या यह पाठ बच्चों को अपने हाथ से कुछ करने और सीखने के अवसर देता है? जैसे- क्या पाठ में बच्चों को संबंधित विषयवस्तु पर खुद से जानकारी

इकट्ठा करने के लिए प्रोत्साहित किया गया है या उनसे सिर्फ दी गई जानकारी को याद करने की अपेक्षा है?

c) क्या पाठ में बच्चों को विज्ञान करने के विभिन्न तरीकों जैसे- प्रयोग करना, आंकड़ों का विश्लेषण करना, सांख्यिकी आदि का इस्तेमाल करने और सीखने के अवसर मिल रहे हैं?

15. क्या आपको इस पाठ को नए सिरे से लिखे जाने की जरूरत लगती है? आपको ऐसा क्यों लगता है?
16. अगर आपको इस पाठ में अपने संदर्भ के बच्चों की जरूरतों को ध्यान में रखते हुए कुछ फेरबदल करने का मौका मिले, तो आप पाठ में क्या बदलाव करना चाहेंगे? मतलब, किन मुद्दों या अवधारणाओं पर ज़ोर देंगे, किस तरह के उदाहरण शामिल करेंगे, पढ़ाने का तरीका कैसा रहेगा, बच्चों का मूल्यांकन कैसे करेंगे, आदि।

Credits / Attribution

"Reading between the lines" by Himanshu Srivastava for Tata Institute for Social Sciences as given.

About the Author

Himanshu Srivastava is a Research Scholar at the Homi Bhabha Centre for Science Education (TIFR). He has a B.Tech. degree in Mechanical Engineering and Master's degree in Elementary Education. He has also worked with Eklavya where he was involved in doing curricular research in science education and developing modules for secondary students and teachers.

Email: srihim@gmail.com

इकाई 04: विज्ञान शिक्षा के उद्देश्य

सत्र 03: सामाजिक - वैज्ञानिक मुद्दे

विज्ञान शिक्षा में सामाजिक - वैज्ञानिक मुद्दे

अस्वथी रविन्द्रन

एक कक्षा का परिदृश्य

सोमवार का दिन और अप्रैल माह की दोपहर के लिए असमान्य गर्मी । एबीसी स्कूल के अधिकांश कक्षाओं में शिक्षकों के चल रहे व्याख्यानों से बोर हो रहे विद्यार्थी मन पढ़ाई में नहीं लगा पा रहे हैं और अपनी-अपनी घड़ियाँ देख रहे हैं – समझ नहीं पा रहे कि सेकंड की टिकटिक आखिर इतनी धीमी क्यों है। ऐसे में कक्षा IX-A में ख्वास गतिविधि की सुगबुगाहट है। विज्ञान शिक्षक, हेमा और उनके विद्यार्थी एक जोशीली परिचर्चा में व्यस्त हैं। हेमा अपने विद्यार्थियों के साथ जनन स्वास्थ्य विषय पर परिचर्चा कर रही हैं। हेमा द्वारा पाठ्यपुस्तक से पढ़े गए एक विशेष वाक्य से परिचर्चा छिड़ गई।

शिक्षक (पाठ्यपुस्तक से पढ़ते हुए) : यौन क्रिया से सदा गर्भधारण की संभावना बनी रहती है। गर्भधारण से महिला के शरीर और मन पर भारी बोझ आ जाता है और यदि वह उसके लिए तैयार नहीं है, तो उसका स्वास्थ्य बुरी तरह प्रभावित होता है। अतः, गर्भधारण से बचने के लिए कई से तरीके निकाल लिए गए हैं [...] शल्यचिकित्सा (सर्जरी) को अनावश्यक गर्भधारणों को हटाने के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

मिनी : मैम ! शल्यचिकित्सा से, क्या उनका तात्पर्य गर्भपात से है?

शिक्षक : हाँ।

मिनी : पर ...पर ... अभी एक दिन मैं टीवी पर एक कार्यक्रम देख रही थी, जहाँ वे गर्भपात पर परिचर्चा कर रहे थे ... और परिचर्चा में एक महिला ने कहा कि यह गलत है, क्योंकि जीवन जन्म से पहले ही शुरू हो जाता है ... मेरे विचार से मैं उनसे सहमत हूँ ...

सूरज : हम सब यहाँ 'अनावश्यक गर्भधारणों' के बारे में बात कर रहे हैं ...

मिनी : परंतु गर्भ में पल रहे बच्चे को भी जीने का अधिकार है !

शिक्षक : हाँ, परंतु यदि माँ बच्चे को पालना नहीं चाहती तब? ये विकल्प भी होने चाहिए, ठीक है?

मिनी असंतुष्ट और कुछ परेशान लगती है। दूसरी लड़की, सुजेन बोल उठती है।

सुजेन : मेरे विचार से मैं मिनी से सहमत हूँ, मैम। बच्चा गर्भ में भी जी रहा होता है। अतः गर्भपात हत्या समान होगा।

दीपा : हम किसी अजन्मे बच्चे को जीवित नहीं कह सकते !

शिक्षक : अच्छा, तो फिर बच्चा जीवित कब से हो जाता है? जन्म के पहले से ही या जन्म के बाद?

समान्यतः निष्क्रिय रहने वाली कक्षा अनायास सक्रिय हो उठती है। शिक्षक गंभीर बातचीत में व्यस्त तीन लड़कों के समूह की ओर इशारा करती है।

शिक्षक : तुम तीनों वहाँ! आप जो बातचीत कर रहे हैं, क्या हमसे साझा कर सकते हैं?

आरिफ़ : मैम, मेरे विचार से बच्चा तब से जीना शुरू कर देता है, जैसे ही वह युग्मनज (ज़ाइगोट) का रूप धारण कर लेता है।

शिक्षक : रोचक ! परंतु तुम ऐसा कैसे कह सकते हो?

आरिफ़ : उसमें बढ़ने की क्षमता होती है !

नेहा : हाँ मैम, वह सही कह रहा है !

शिक्षक : ठीक है, मैं सहमत हूँ। अब इसे ऐसे कहते हैं - वृद्धि करते हुए कोशिका पिंड को हटाना गलत कैसे हो सकता है?

ऐनि : मेरे विचार से वृद्धि करते हुए कोशिका पिंड को मारना गलत नहीं होगा। यदि हम इसी तर्क को आगे बढ़ाएँ फिर तो कैंसर युक्त कोशिकाओं को हटाना भी गलत होगा !

शिक्षक : क्या सब लोग ऐनि से सहमत हैं?

कक्षा के कोने में बैठी एक दुबली-पतली लड़की, आरुषि खड़ी हो जाती है।

आरुषि : मैम ! मेरे विचार से ऐसी किसी भी चीज़ को मारना गलत है, जो दर्द का अनुभव कर सकती है।

शिक्षक : ऐसी किसी भी चीज़ को मारना गलत है, जो दर्द का अनुभव कर सकती है। क्या सभी इससे सहमत होंगे?

कक्षा में शांति है। कुछ सेकंड बाद, सूरज बोल उठता है।

सूरज : मैं सहमत हूँ ! ... मेरे विचार से एक बार जब हम जान जाते हैं कि कोशिकाओं का पिंड दर्द का अनुभव कर सकता है, तो हम तय कर सकते हैं कि गर्भपात सही है या गलत।

सचिन : मुझे सचमुच समझ नहीं आता कि हम इस बात से इतना परेशान क्यों हैं कि कोशिकाओं के एक पिंड को दर्द का अनुभव होता है या नहीं। हमें माता-पिता की ! ... उस माँ की चिंता करनी चाहिए... क्या होगा यदि वह बच्चे की देख-भाल नहीं कर पाए !

आरुषि : हाँ, मेरे विचार से सचिन की बात में दम है ... क्या होगा यदि बच्चा किसी अशक्तता के साथ जन्म लेता है ...या कुछ और ... हो सकता है कि माता-पिता ऐसे बच्चे को पालना पसंद न करें।

सुजेन : मैं असहमत हूँ ! बच्चे की हालत कुछ भी हो, वह भगवान का दिया उपहार है और हमें उसे उसी रूप में स्वीकार करना चाहिए ।

कक्षा में पूरे पीरियड परिचर्चा जारी रहती है।

सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दे

सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दे विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज के अन्तरपृष्ठ पर स्थित होते हैं और इसलिए विवादास्पद होते हैं, क्योंकि लोगों का इन मुद्दों पर सही, गलत या नैतिक सरोकारों पर एकमत होना कठिन होता है। ऊपर प्रस्तुत परिदृश्य में, शिक्षक और छात्रों में विवादित गर्भपात का मुद्दा, एक सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दा है।

संभव है इस परिदृश्य को पढ़ने वाले अधिकांश लोग कहेंगे कि ऐसी कक्षागत परिचर्चाएँ काल्पनिक होती हैं (जैसा कि यहाँ इस मामले में है) और शायद ही कभी हमारी कक्षाओं, विशेषकर विज्ञान कक्षाओं में घटित होती हों।

ऐसा क्यों है? एक कारण, वास्तव में विद्यार्थियों की भागीदारी है। इस कल्पित परिदृश्य में प्रश्न उठाने वाले और शिक्षक को चुनौती देने वाले बहुत विद्यार्थी हैं, जो वास्तविक कक्षाओं में शायद ही कभी होता है। दूसरा, अक्सर विद्यार्थी ऐसे विवादास्पद मुद्दों पर बहुत कम वैचारिक क्षमता रखते हैं। तीसरा, परिचर्चा वास्तव में विज्ञान की कक्षा में हो रही है, जहाँ इस प्रकार के विवादास्पद मुद्दों पर कभी भी परिचर्चा नहीं होती।

महत्वपूर्ण प्रश्न यह नहीं है कि क्या विज्ञान कक्षाओं में समान्यता सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दों पर परिचर्चाएँ होती हैं, किंतु इनका विज्ञान पाठ्यक्रम में होना क्या वांछित भी है। इस प्रश्न के उत्तर देना आसान नहीं है, और इस विषय पर शिक्षाविदों के अलग-अलग मत हैं। शिक्षाविदों के एक समूह का मानना है कि विज्ञान शिक्षकों का सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दों को पढ़ाने से कोई सरोकार नहीं होना चाहिए, अच्छा हो कि इन्हें भाषा या सामाजिक विज्ञान शिक्षकों पर छोड़ दिया जाए। दूसरे समूह का मानना है कि ऐसे मुद्दों को विज्ञान पाठ्यचर्या में महत्वपूर्ण स्थान दिया जाना चाहिए। इस बिन्दु पर अपनी राय के बारे में थोड़ा विचार करें।

मेरे विचार से, इस प्रश्न कि क्या सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दे विज्ञान पाठ्यचर्या का भाग होना चाहिए, का उत्तर विज्ञान शिक्षा पर हमारी गहन-दृष्टि पर निर्भर करता है, कि हम अपने बच्चों को विज्ञान पढ़ा कर उनके लिए क्या पाना चाहते हैं। हमें निरंतर विज्ञान और प्रौद्योगिकी से संबन्धित नैतिक प्रश्नों का सामना करना पड़ता है। प्रतिदिन, समाचार पत्रों में विवादास्पद मुद्दों जैसे परमाणु शक्ति, आनुवांशिक रूप से रूपांतरित खाद्य, जनन प्रौद्योगिकियाँ, भूमंडलीय तापन और कई अन्य पर परिचर्चा करते लेख छपते रहते हैं। नागरिकों के रूप में, क्या हमें इन मुद्दों का मूल्यांकन करने के लिए आवश्यक कौशलों के साथ तैयार नहीं रहना चाहिए? क्या हम इन मुद्दों के साथ कार्य करने और उन पर विचार रखने के लिए काफ़ी जानते हैं?

कक्षागत परिदृश्य में गर्भपात के मुद्दे पर लौटते हुए, कि विद्यार्थियों ने कई प्रकार के सरोकार उठाए, इन परिचर्चाओं को आयोजित करने के लिए शिक्षक में किस प्रकार का ज्ञान और कौशल होने चाहिए? सबसे पहले, हमें यह समझने की आवश्यकता है कि सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दे विवादास्पद प्रकृति के होते हैं।

उन पर तर्क करने का कोई एक तरीका नहीं है। हमारे उदाहरण में, गर्भपात पर विद्यार्थियों की स्थितियाँ दो व्यापक वर्गों में पड़ती हैं : गर्भपात-समर्थक स्थिति, जिसका मानना है कि माता-पिता को तय करना चाहिए कि क्या वे बच्चे को दुनिया में लाना चाहते हैं और गर्भपात-विरोधी स्थिति जिसका मानना है कि जीवन पवित्र होता है और गर्भ में प्रारम्भ होता है। ये स्थितियाँ इस प्रश्न पर निर्भर करती हैं कि क्या भ्रूण या गर्भाधान के बाद बने कोशिकाओं के पिंड को नष्ट करना हत्या समान है।

यदृपी, क्या गर्भपात हत्या समान है, एक नैतिक प्रश्न है, विज्ञान इस विवाद के कुछ पहलुओं को स्पष्ट कर सकता है। उदाहरण के लिए, परिदृश्य में, विद्यार्थी तय करने का प्रयास कर रहे हैं कि भ्रूण क्या जीवित होता है या नहीं, और किस अवस्था में वह जीव बन जाता है। एक विद्यार्थी बताता है कि कोशिका तब तक जीवित है जब तक वह वृद्धि कर सकती है, परंतु शिक्षक यह पूछ कर प्रतिक्रिया करता है कि किसी वृद्धि करते कोशिका पिंड को हटाने में क्या गलत है।

शिक्षक के प्रश्न पर कुछ विचारने के बाद, एक अन्य विद्यार्थी यह कसौटी प्रस्तावित करता है कि जो दर्द अनुभव करता है, उसे मारना गलत है। इस प्रश्न का उत्तर कुछ सहभागियों के विवाद को हल कर सकता है, परंतु सभी के नहीं। उदाहरण के लिए, कुछ विद्यार्थी गर्भपात के विरुद्ध रुख अपना सकते हैं, यदि उनका धर्म इसके लिए मना करता है। हम इस परिदृश्य में देखते हैं कि यहाँ एक ईसाई विद्यार्थी है, जो गर्भपात के विरुद्ध मत प्रकट करती है, जो धार्मिक मान्यताओं से उत्पन्न लगता है।

गर्भपात-विरुद्ध पक्ष, जो माता-पिता की पसंद के प्रति सहानुभूतिपूर्ण है, पर और परिचर्चा की आवश्यकता है। कक्षा के परिदृश्य में, एक विद्यार्थी यह प्रश्न उठाने वाला भी है कि माता-पिता को उन भ्रूणों को गिरानेका अधिकार होना चाहिए, जिनके अक्षमताओं के साथ जन्म लेने कि संभावना हो। इस बिन्दु को कैसे समझा जाए? यह सही है कि हमारे जैसे समाज में अशक्त बच्चे को बड़ा करना आसान नहीं है, जहाँ अशक्ततापूर्ण लोगों का जीवन कठिन होता है। परंतु क्या इसका अर्थ यह है कि हम अशक्त लोगों को दुनियाँ में लाने से सर्वथा बचें? क्या उनको भी हम सबकी तरह जीने का समान अधिकार नहीं है?

ऊपर दिए गए सरोकारों के अलावा, बहुत से और भी हैं जिन्हें परिचर्चा के लिए लिया जा सकता है, जैसे माँ के लिए गर्भपात कितने सुरक्षित हैं या उन महिलाओं के लिए सुरक्षित गर्भपात सेवाएँ, जो वैवाहिक सम्बन्धों के बाहर गर्भ धारण करती हैं। निश्चित रूप से शिक्षक के लिए इनमें से कुछ बातों पर चर्चा करना आसान नहीं है जिससे कि कक्षा में सभी विद्यार्थी संतुष्ट हो जाएँ। अगले भाग में, मैंने कुछ तरीकों का वर्णन किया है जिसमें शिक्षक सामाजिक-वैज्ञानिक परिचर्चाओं का संचालन कर सकते हैं।

आगे बढ़ने के रास्ते

जैसा कि पाया गया है, सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दे जटिल और विवादास्पद प्रकृति के होते हैं। शिक्षकों को कक्षा में इन मुद्दों पर परिचर्चा करते समय बहुत तरह के नैतिक, सामाजिक और वैज्ञानिक सरोकारों को उद्बोधित करने की आवश्यकता होगी।

नैतिक सरोकारों पर बात करते समय, शिक्षकों को यह समझने की आवश्यकता है कि इन मामलों में कुछ भी पूर्ण रूप से सही या गलत नहीं है। परंतु इसका अर्थ यह नहीं है कि कक्षा में कोई भी बात स्वीकार है। विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए कि वे जो बात प्रस्तुत करें, उसके लिए कारण दें। परंतु, यह भी संभव है कि कुछ मामलों में, विद्यार्थी अपने दृष्टिकोण प्रस्तुत करते समय तर्कपूर्ण विचार या साक्ष्य-आधारित तर्क देने में सक्षम न हों।

उदाहरण के लिए, जैसी परिचर्चा की गई, यह संभव है कि जिस विद्यार्थी ने धार्मिक आधारों पर गर्भपात का विरोध किया, वह इस मान्यता के समर्थन में कोई वैज्ञानिक तर्क नहीं दे पाता कि युग्मनज जीवित होता है। हो सकता है कि वह विद्यार्थी उन वैज्ञानिक तर्कों भी न जानता हो जो उसके दृष्टिकोण का विरोध करते हैं। यह भी संभावना है कि ये विद्यार्थी कक्षा में बिलकुल न बोलें क्योंकि वे समझते हैं कि उनके जैसे विचारों वाले कक्षा में बहुत कम हैं। शिक्षक को चाहिए कि वह विद्यार्थियों को इन स्थितियों से बाहर निकालने और सक्रिय करने के रास्ते निकाले। विद्यार्थियों को बाहर निकालने का एक रास्ता फिल्मों, वृत्त-चित्रों, कहानियों, कविताओं, फोटोग्राफों या अखबार कि कतरनों के उपयोग द्वारा हो सकता है।

कुछ मुद्दों के प्रति विद्यार्थियों की विशिष्ट व्यक्तिगत अनुभवों के कारण बहुत भावनात्मक प्रतिक्रियाएँ भी हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, कोई विद्यार्थी अशक्त बच्चे के गर्भपात के मुद्दे के विरुद्ध प्रबल प्रतिक्रिया कर सकता है, क्योंकि उसे अपने किसी भाई या बहन या संबंधी, जो अशक्त है, के साथ बड़ा होने का अनुभव हो सकता है। जब ऐसे मुद्दों से उनका वास्ता पड़ता है, ऐसे निजी अनुभव विद्यार्थियों को संवेदनशील और रक्षात्मक बना देते हैं। शिक्षकों को ऐसे पहलुओं पर ध्यान देना चाहिए।

सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दों के विज्ञान-संबंधी आयाम भी होते हैं जिनके साक्ष्य के स्पष्टीकरण या मूल्यांकन की आवश्यकता होती है, जो विवाद के कुछ आयामों पर प्रकाश डाल सकते हैं। उदाहरण के लिए, गर्भपात के मामले में, यह प्रश्न विज्ञान की दृष्टि से रोचक है कि भ्रूण कब जीव बन जाता है। क्या ऐसा तब होता है, जब श्वसन तंत्र विकसित हो जाता है? या क्या जब स्नायू तंत्र विकसित हो जाता है और भ्रूण दर्द अनुभव करने लग जाता है, जैसा कि परिदृश्य में एक विद्यार्थी बताता है? इनमें से कुछ प्रश्नों के लिए अनुसंधान अध्ययनों को देखने की आवश्यकता है। शिक्षकों को चाहिए कि वे इन अध्ययनों को देखने और उनकी विश्वसनीयता के आकलन में विद्यार्थियों की मदद करें।

अंतिम रूप से, मैं कुछ निर्देशक दे रहा हूँ कि जब कभी कक्षा में ऐसे मुद्दे उठें तो उनका सामना कैसे किया जाए। मुद्दे पर गहनतापूर्वक अनुसंधान करें।

- मुद्दे और संबन्धित विषयों पर व्यापक रूप से पढ़ें और मुद्दे से संबन्धित सभी मुख्य दृष्टिकोणों को समझने का प्रयास करें।
- आपके सामने ऐसे विचार आ सकते हैं जिनसे आप असहमत हों। इन विचारों को खुले दिमाग से देखें। इन स्थितियों के पीछे प्रयोजनों को समझने का प्रयास करें।
- मुद्दे के कुछ पहलुओं के निराकरण के लिए वैज्ञानिक ज्ञान या साक्ष्य की आवश्यकता पड़ सकती है। अपने विद्यार्थियों के साथ मिलकर आवश्यक जानकारी खोजने के लिए तैयार रहें।
- सुनिश्चित करें कि कक्षा में परस्पर आदर का वातावरण हो, बिना किसी डांट या उपहास के डर के सभी विद्यार्थियों को बारी-बारी से बोलने का अवसर मिले। लड़कियों और अल्पसंख्यक समुदायों के विद्यार्थियों की बातों पर विशेष ध्यान दें।
- अपनी बात के प्रति विरोध के लिए तैयार रहें! यह आसान नहीं है कि कक्षा को नियंत्रण से बाहर होने दें। परंतु सीखना तभी हो पाता है जब विद्यार्थियों को अपने विचार व्यक्त करने और प्रश्न उठाने की अनुमति दी जाए।
- अपने विचार विद्यार्थियों के साथ साझा करने में कोई संकोच न करें। परंतु ऐसा तभी करें जब विद्यार्थियों ने विषय पर परिचर्चा कर ली हो। यदि आप अपने विचार परिचर्चा के प्रारम्भिक चरणों में व्यक्त कर देते हैं, तो विद्यार्थी आपसे सहमत होने के लिए बाध्य हो सकते हैं, क्योंकि आप अधिकारिक स्थिति में हैं।

कुछ अंतिम विचार

आशा है कि इस परिचर्चा ने, कम से कम कुछ सीमा तक, विज्ञान शिक्षा में सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दों के महत्व पर प्रकाश डाला है। इससे पहले कि मैं समाप्त करूँ, आइए उस प्रश्न पर एक बार फिर लौटें कि क्या विज्ञान पाठ्यचर्या में इन्हें शामिल करने की आवश्यकता है। उत्तर इस पर निर्भर करता है कि हम किन बिंदुओं को विज्ञान शिक्षा के महत्वपूर्ण लक्ष्य मानते हैं। हमें स्वयं से कुछ मूलभूत प्रश्न पूछने की आवश्यकता है, जैसे: हम विद्यार्थियों को विज्ञान क्यों पढ़ा रहे हैं? विवेकपूर्ण नागरिक बनने के लिए उन्हें किस प्रकार का विज्ञान सीखना चाहिए? क्या हमारे पास ऐसी पाठ्यचर्या हो सकती है जो भावी वैज्ञानिक और गैर-वैज्ञानिक दोनों प्रकार के नागरिकों के लिए उपयोगी हो?

कक्षा V तक की हमारी विज्ञान पाठ्यचर्या में विज्ञान और सामाजिक विज्ञान अलग विषयों के रूप में नहीं पढ़ाए जाते हैं। पर्यावरण विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में, वैज्ञानिक संकल्पनाएँ और सामाजिक मुद्दे मिलाकर शुरू किए जाते हैं।

कक्षा VI के बाद, विज्ञान और सामाजिक विज्ञान को अलग विषय माना जाता है। इससे विज्ञान और नीतिशास्त्र अपने आप अलग हो जाते हैं। अंततः, जब हम हायर सेकंडरी स्तर पर पहुँचते हैं, तो हम पाते हैं कि पाठ्यपुस्तकें वैज्ञानिक तथ्यों और सिद्धांतों से भरी पड़ी हैं, जहाँ सामाजिक-वैज्ञानिक मुद्दों पर चर्चा करने का कोई स्थान नहीं है। क्या यह वांछनीय है? यह प्रश्न आपके विचार करने के लिए सौंपा है।

आगे अध्ययन के लिए

Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio - scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1 201-1224.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.

Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue.

Research in Science Education, 38(1), 67-90. Hodson, D. (2003). Time for

action:Science education for an alternative future. International Journal of Science Education, 25(6), 645-670.

Credits / Attribution

“Socioscientific Issues in Science Education” by Aswathy Raveendran for Tata Institute for Social Sciences as given.

About the Author

Aswathy Ravindran is a Research Scholar at the Homi Bhabha Centre for Science Education (TIFR). She has a Master’s degree in Biotechnology.

Email: aswathy@hbcse.tifr.res.in



CONNECTED LEARNING INITIATIVE

सॅटर फॉर एजुकेशन, इनोवेशन एंड एक्शन रिसर्च,
टाटा सामाजिक विज्ञान संस्थान,
वी. एन. पूरव मार्ग, देवनार,
मुंबई - 400088, भारत
फोन : +91 022 25525003
clix.tiss.edu