शिक्षकों की भूमिका में विद्यार्थी :

साथी-शिक्षण का उपयोग करते हुए विज्ञान के शिक्षक विद्यार्थियों को अपना सहयोगी कैसे बना सकते हैं

केविन क्लोज़, निकोल बॉवर्स, रोहित मेहता, पुण्य मिश्र और जे. ब्रायन हेंडरसन

यह लेख विज्ञान-कक्षा में साथी-शिक्षण (peer instruction) की विधि की पड़ताल करता है। लेखक विज्ञान-शिक्षा में हुए शोधों का उपयोग करते हुए यह स्पष्ट करते हैं कि व्यावहारिक रूप से, शिक्षक अपने विद्यार्थियों के साथ कैसे काम करें ताकि वे साथी-शिक्षण का उपयोग करके सीखने-सिखाने में बढ़ोतरी कर सकें।

"सीखना तब सबसे कम उपयोगी होता है जब यह निजी और छिपा हुआ होता है। जब यह सार्वजनिक और सामुदायिक हो जाता है तब यह सबसे शक्तिशाली होता है।"

– ली शुलमान

"विज्ञान के तथ्य और, तार्किक निश्चितता (à fortiori), इसके नियम आदि एक वैज्ञानिक के कृत्रिम कार्य हैं; इसीलिए विज्ञान हमें सत्य के बारे में कुछ भी नहीं सिखाता; हमारे लिए यह केवल कार्यान्वित करने के नियम के रूप में काम कर सकता है।"

– हेनरी पॉइनकरे

शिक्षक अकसर यह भूल जाते हैं कि विज्ञान की प्रकृति सामाजिक और अलंकारिक (Rhetorical) है। सामूहिक सहमति और समकक्ष लोगों की समीक्षा वैज्ञानिक तथ्यों को परिभाषित करती हैं, न कि राजनीतिक विमर्श। इसलिए वैज्ञानिक शिक्षण में वैज्ञानिक संवाद एवं तर्क-वितर्क के दौरान किसी विचार पर ज़ोर देना व उससे पीछे हटना और किसी विचार से आगे बढ़ जाना और फिर उसी विचार पर वापिस लौटना— यह सब शामिल होना चाहिए। जब शिक्षक स्कूल में वैज्ञानिक पद्धति की बात करते हैं तो वे परिकल्पना बनाने और प्रयोग करने पर ध्यान केन्द्रित करते हैं, लेकिन वे अकसर पूरी प्रक्रिया को ठोस तर्क तैयार करने के एक तरीक़े के रूप में प्रस्तुत करने में विफल रहते हैं, जो कि यह वास्तव में है। दूसरे शब्दों में, विज्ञान तथ्यों, तर्कों और साक्ष्यों को उपयोग करने का एक तरीक़ा है ताकि दूसरों को यह समझाया जा सके कि किसी विशेष विचार के सही होने की सम्भावना है।

इस बात को ध्यान में रखते हुए, हम कक्षा के सबसे मूल्यवान संसाधन यानी स्वयं विद्यार्थियों का उपयोग करके कक्षा में सार्थक वैज्ञानिक चर्चा शुरू करने का एक तरीक़ा प्रस्तुत कर रहे हैं। **साथी-शिक्षण**

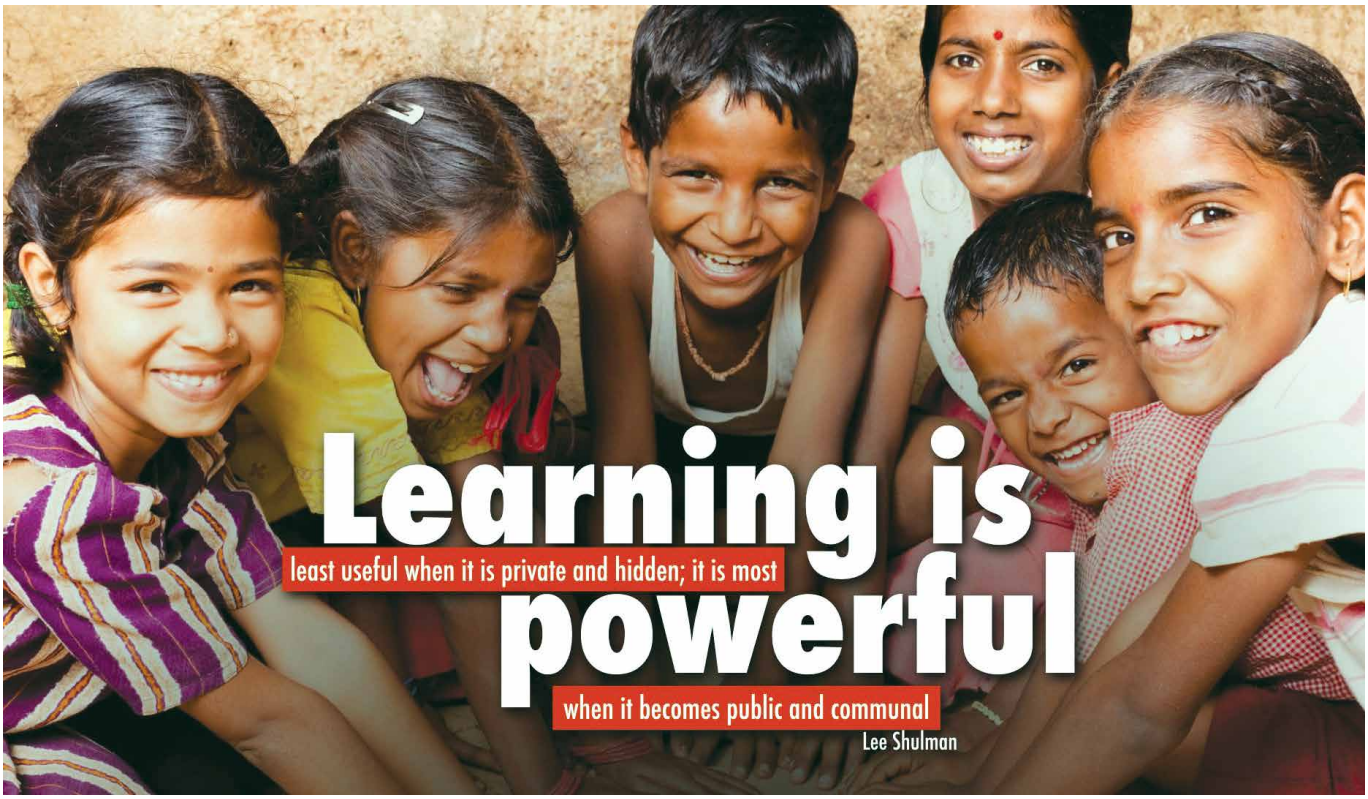
(peer instruction) नाम की यह तकनीक शिक्षक के हाथ से नियंत्रण लेकर इसे विद्यार्थियों को दे देती है। अमेरिका के नॉर्थ कैरोलिना के ब्रेवार्ड कॉलेज में रसायनविज्ञान की प्रोफ़ेसर डॉ. त्रिशा विक्रे और उनके चार सह-लेखकों के एक हालिया शोधपत्र के अनुसार, यह शोध आधारित शैक्षणिक सुधार का एक रूप है जिसे विज्ञान, प्रौद्योगिकी, इंजीनियरिंग और गणित[1] के शिक्षकों द्वारा व्यापक रूप से अपनाया गया है।

साथी-शिक्षण विद्यार्थियों को शिक्षण के दौरान एक-दूसरे से बात करने, बहस करने और एक-दूसरे को सिखाने के मौक़े देता है। विद्यार्थी अपने साथियों के लिए शिक्षक, मॉडल और साउंडिंग बोर्ड के रूप में काम कर सकते हैं। शोधों से पता चलता है कि इन आपसी संवादों के दौरान विद्यार्थी बहुत कुछ सीखते हैं। शिक्षा के एक प्रसिद्ध प्रोफ़ेसर जॉन ए. सी. हेटी के अनुसार, *"यदि आप अपने विद्यार्थियों की अकादमिक उपलब्धि को बढ़ाना चाहते हैं, तो अपने प्रत्येक विद्यार्थी को एक दोस्त दे दें।"* वे दावा करते हैं कि सामाजिक संवाद, विद्यार्थियों को अपने स्वयं का शिक्षक बनने के लिए प्रेरित करता है। यह सामाजिक संवाद ही है जिसे साथी-शिक्षण प्रोत्साहित करना चाहता है।

इसके अतिरिक्त, साथी-शिक्षण वैज्ञानिक प्रक्रिया की एक मूलभूत बात को दोहराता है जो किसी के दृष्टिकोण के **'सत्य मूल्य' (Truth Value)** पर अन्य लोगों को यक़ीन दिलाना है। यह तर्क की एक प्रक्रिया है— या किसी के दृष्टिकोण को समझाने के लिए आँकड़ों और तर्क को व्यवस्थित रूप से क्रमबद्ध करना है। यह अलंकारिक मोड़ या व्याख्या (Rhetorical Turn) महत्त्वपूर्ण है, यह विद्यार्थियों को न केवल सही उत्तर खोजने के लिए, बल्कि अपने उत्तर के बारे में क्यों और कैसे को समझाने और अन्य लोगों को उस पर यक़ीन दिलाने के लिए विवश करता है। अलग व्याख्या वाला एक विद्यार्थी अपने साथी के कथनों पर सवालिया रवैये के साथ बात करेगा और, ख़ुद के ग़लत सिद्ध होने के लिए भी खुले दिमाग़ से तैयार रहेगा। दिलचस्प बात यह है कि इस तरह की बातचीत का यह मतलब कतई नहीं है कि सही जवाब वाले विद्यार्थी को निश्चित रूप से अपने तर्क पर भरोसा हो। ऐसी स्थिति उत्पन्न हो सकती है जहाँ ग़लत समझ वाला कोई विद्यार्थी अपने साथी (जिसकी व्याख्या, सही हो सकती है) को अपनी बात की सत्यता पर यक़ीन दिलाने में सफल हो जाए। वास्तव में, यह स्थिति उन विद्यार्थियों की समझ में भी कमज़ोरियों को उजागर कर सकती है जो सही उत्तर निकाल पाने में सक्षम हैं। मूलत: साथी-शिक्षण केवल सही उत्तर पाने से अधिक ज़ोर अवधारणात्मक समझ और बहस के तर्क पर देता है।

शोध क्या कहता है?

हार्वर्ड यूनिवर्सिटी में भौतिकी के एक प्रोफ़ेसर एरिक मज़ूर संवादात्मक मतदान



चित्र-1 : सीखना तब सबसे कम उपयोगी होता है जब यह निजी और छिपा हुआ होता। जब यह सार्वजनिक और सामुदायिक हो जाता है तब यह सबसे शक्तिशाली होता है।

Credits: Quote by Lee Shulman. Illustration by Punya Mishra. License CC-BY-NC.

(Interactive Voting) की परिपाटी में रुचि रखते थे। एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी के डॉक्टर यूजीन जुडसन और अल्बर्टा यूनिवर्सिटी के दाइओ सवादा के अनुसार, इस परिपाटी का उपयोग 1960 के बाद से विज्ञान-कक्षाओं में किया गया, लेकिन 1990 के दशक के मध्य से यह कुछ इलाक़ों में लोकप्रिय हो गई।[2] संवादात्मक मतदान का उपयोग करने वाले शिक्षक अकसर फ्लैश कार्ड या 'क्लिकर' की व्यवस्था द्वारा कक्षा में वोट या पोल के माध्यम से किसी प्रश्न के प्रति विद्यार्थियों से प्रतिक्रियाओं की माँग करते हैं। कुछ मामलों में, इस तरह के प्रश्न का उद्देश्य विद्यार्थी की जिज्ञासा को बढ़ाना हो सकता है; जबकि अन्य स्थितियों में, इसे विद्यार्थी की समझ जाँचने के लिए डिज़ाइन किया जा सकता है। मज़ूर ने पाया कि कुछ परिस्थितियों में, विद्यार्थियों ने कहीं ज़्यादा सीखा जब उन्होंने वोटिंग के बाद अपने साथियों के साथ अपने जवाबों पर चर्चा की।[3] उन्होंने इस अवलोकन का वर्णन करने के लिए साथी-शिक्षण शब्द को गढ़ा और इसे लागू करने के लिए एक विशिष्ट मॉडल की रूपरेखा तैयार की :

1. विद्यार्थियों के सामने एक सवाल रखें।
2. विद्यार्थियों को सोचने का समय दें।
3. विद्यार्थियों को अपने व्यक्तिगत जवाबों को दर्ज करने दें।
4. विद्यार्थियों को अपने सहपाठियों (आपसी चर्चा के ज़रिए) को समझाने दें।
5. विद्यार्थियों को अपने संशोधित उत्तरों को दर्ज करने दें।
6. गणना कर परिणाम निकालें।
7. सही उत्तर को समझाएँ।

मज़ूर के निष्कर्षों और साथी-शिक्षण के उनके मॉडल ने अनुवर्ती अनुसन्धान (Follow-up Research) की एक पूरी पीढ़ी को प्रेरित किया। मज़ूर और हार्वर्ड यूनिवर्सिटी में उनकी सहकर्मी रहीं कैथरीन क्राउच द्वारा दस वर्षों तक एक अध्ययन किया गया। इस अध्ययन में उन्होंने उन विद्यार्थियों के प्रदर्शन में अन्तर देखा, जिन्हें पारम्परिक व्याख्यान विधि बनाम साथी-शिक्षण विधि के कुछ तत्वों को इस्तेमाल करके प्रारम्भिक भौतिकी पाठ्यक्रम पढ़ाया गया था। उन्होंने भौतिकी अवधारणाओं पर विद्यार्थियों को कक्षा से पहले और बाद में प्रश्न देकर उनके प्रदर्शन को मापा। इस अध्ययन के माध्यम से, मज़ूर और क्राउच ने दिखाया कि जिन विद्यार्थियों ने लगातार साथी-शिक्षण के ज़रिए कोर्स किया उन्होंने उल्लेखनीय ढंग से बेहतर प्रदर्शन किया बनिस्बत उनके जिन्होंने इसके बिना कोर्स किया। अकसर, साथी-शिक्षण का उपयोग करने वाली कक्षाओं में विद्यार्थियों के सीखने में इसके बिना सीखने वाले विद्यार्थियों की तुलना में दोगुने से ज़्यादा का इज़ाफ़ा देखा गया। अन्य अध्ययनों से पता चला है कि साथी-शिक्षण ने भू-विज्ञान, कम्प्यूटर विज्ञान और कलन की कक्षाओं में सीखने में बढ़ोतरी की है।[4,5] यह बताता है कि साथी-शिक्षण एक

चित्र-2 : साथी-शिक्षण प्रक्रिया में सात चरणों का एक आरेख।
Credits: Illustration by Punya Mishra. License CC-BY-NC.

सामान्य शिक्षण रणनीति के रूप में उपयुक्त हो सकता है और यह सिर्फ़ भौतिकी तक सीमित नहीं है।

हालाँकि साथी-शिक्षण सरल दिखाई पड़ता है, फिर भी प्रभावी कार्यान्वयन के लिए प्रत्येक चरण में गूढ़ सोच-विचार समाहित होते हैं। हम प्रत्येक चरण को विस्तार से देखेंगे और बेहतरीन कार्यप्रणालियों के उदाहरण देंगे।

शिक्षक अपनी कक्षाओं में साथी-शिक्षण का समर्थन कैसे कर सकते हैं?

गाइड 1 : सही प्रश्न चुनें

शिक्षकों को पता होता है कि प्रश्नों में चुनौतियों के अलग-अलग स्तर होते हैं। साथी-शिक्षण के साथ अच्छी तरह से फिट होने वाले प्रश्न विद्यार्थियों के समक्ष एक अवधारणात्मक चुनौती रखते हैं।

"सूत्री विभाजन (Mitosis) के चरणों के नाम क्रम से बताइए।" इस तरह का एक परीक्षण प्रश्न विद्यार्थियों को जानकारी याद करने का अवसर देता है।

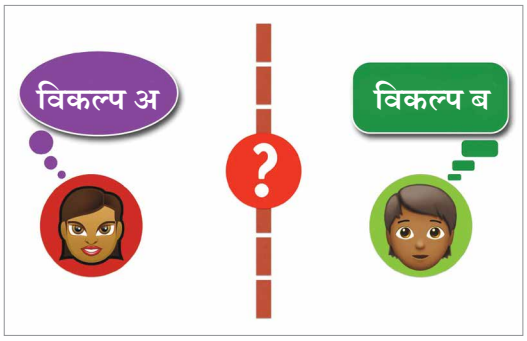
"पीढ़ियों का परिवर्तन कुछ पौधों की प्रजातियों के अस्तित्व के लिए एक प्रभावी विकासात्मक मोड का प्रतिनिधित्व किस तरह करता है?" जैसे परीक्षण प्रश्नों में विद्यार्थियों को कई अवधारणाओं पर विचार करने और उन्हें एक साथ जोड़ने की आवश्यकता होती है। याददाश्त आधारित प्रश्नों के लिए साथी-शिक्षण की आवश्यकता नहीं है; केवल सही उत्तर देने से ही विद्यार्थी यह समझ सकते हैं कि उनका उत्तर कैसे ग़लत था। वैचारिक रूप से चुनौतीपूर्ण प्रश्न के लिए सही उत्तर प्रदान करने से विद्यार्थियों को यह समझने में मदद नहीं मिलती है कि उनका उत्तर कैसे सही नहीं था। ऐसे प्रश्नों के लिए, स्पष्टीकरण के बिना केवल उत्तर देना, स्पष्टीकरण की तुलना में उत्तर को महत्त्व देना होता है। परिघटना (Phenomena) के स्पष्टीकरण तक पहुँच और स्पष्टीकरण के अभ्यास के बिना विद्यार्थी वास्तव में वैज्ञानिक अवधारणाओं या विज्ञान में तर्क करने की केन्द्रीय प्रकृति की गहन समझ विकसित नहीं कर सकते हैं।

विज्ञान में तर्क की केन्द्रीय प्रकृति के सन्दर्भ में देखें तो साथी-शिक्षण सही उत्तर वाले विद्यार्थियों की अवधारणात्मक वाक्पटुता को पुख़्ता करता है। ऐसे विद्यार्थी सही उत्तर के पीछे की सभी अवधारणाओं को पूरी तरह से समझ सकते हैं या नहीं भी समझ सकते। साथी-शिक्षण इन विद्यार्थियों को अपनी समझ के आधार पर बात करने का मौक़ा प्रदान करता है, ख़ासकर तब जब कोई साथी सवाल पूछता है। नतीजतन, यह उन्हें ख़ुद की प्रतिक्रिया के ज़रिए सोचने **और** उसे स्पष्ट रूप से कह पाने में मदद करता है ताकि दूसरा विद्यार्थी इसे समझ सके।

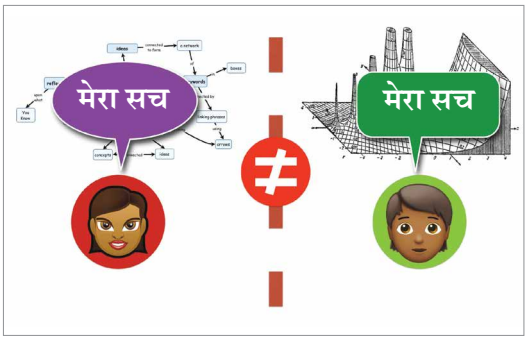
चुनौतीपूर्ण प्रश्नों के लिए एक गहन स्तर की समझ की आवश्यकता होती है, और साथी-शिक्षण विद्यार्थियों को उनके प्रारम्भिक उत्तर की परवाह किए बिना, एक साथ समझ के उस गहन स्तर पर काम करने देता है। दरअसल साथी-शिक्षण विद्यार्थियों को विज्ञान में तर्क के वास्तविक अभ्यास में भाग लेने के मौक़े देकर, केवल सही उत्तर प्राप्त करने की बजाए, **समझने** पर ज़ोर देता है।

इसे लागू कैसे करें : साथी-शिक्षण को अपने विद्यार्थियों के लिए पूरी तरह से समयबद्ध सीखने के अवसर के रूप में देखें। क्या कोई पुराना सवाल इसमें मददगार होगा?

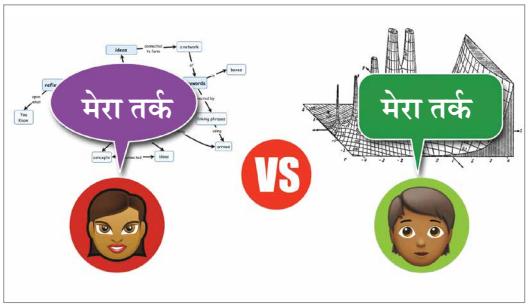
चित्र-3 : साथी-शिक्षण कैसे काम करता है। Credits: Illustrations by Punya Mishra. License CC-BY-NC.



(क) जब विद्यार्थियों को एक सवाल दिया जाता है, तो वे अलग-अलग काम करते हैं और उन्हें एक-दूसरे की समझ के बारे में कम जानकारी होती है।



(ख) एक-दूसरे के साथ अपने हलों को साझा करते हुए विद्यार्थी महसूस करते हैं कि उनका दृष्टिकोण, रूपरेखा और समझ एक-दूसरे से भिन्न हैं।



(ग) अपने हल की सत्यता को एक-दूसरे को समझाने की कोशिश में, विद्यार्थियों को सवाल को हल करने के बारे में अपने तर्क और परिप्रेक्ष्य को समझाना होता है।

(घ) अपने तर्क की व्याख्या करने के माध्यम से, विद्यार्थियों में सवाल की सही साझा समझ विकसित करने की अधिक सम्भावना है।

ज़ाहिर है कि तथ्यात्मक प्रश्न, जिनके उत्तरों का अवलोकन किया जा सकता है, इसके लिए ठीक नहीं होते हैं। शोध से पता चलता है कि तरीक़ा यह है कि ऐसे प्रश्नों को चुनें जो अवधारणाओं पर केन्द्रित हों, तथ्यों पर नहीं।[6] ऐसे प्रश्न भी चुनें जो कौतुहल जगाते हों, प्रश्न जो कक्षा में मतभेद पैदा कर दें। अकसर, आम ग़लतफ़हमियों पर आधारित प्रश्नों (जैसे, *"एक घर्षण रहित दुनिया में, कौन तेज़ी-से गिरेगा : एक बॉलिंग बॉल या टेनिस बॉल?"*) पर साथियों के बीच समृद्ध चर्चा होती है।

गाइड 2 : व्यक्तिगत प्रतिक्रियाओं को प्राप्त करना

यह सहज समझ के विपरीत लगता है कि साथी-शिक्षण नामक इस तकनीक के लिए अलग-अलग प्रतिक्रियाएँ आवश्यक हैं, लेकिन शोध से पता चलता है कि साथी-शिक्षण इस महत्त्वपूर्ण चरण के बिना काम नहीं करता है। विद्यार्थियों के लिए शुरू में प्रश्न के माध्यम से सोचना महत्त्वपूर्ण है क्योंकि यह विद्यार्थी में जिज्ञासा पैदा करता है। वे एक निर्णय लेते हैं और उस पर अपना मत ज़ाहिर करते हैं। जब विद्यार्थी इस चरण में शामिल नहीं होते हैं, तो साथी-शिक्षण में साथियों की सशक्त आलोचनाओं का अभाव होता है। इन मामलों में, कम आत्म-विश्वास वाले विद्यार्थी अकसर गहन चर्चा के बिना अधिक आत्म-विश्वास वाले विद्यार्थियों की बात मान लेते हैं। व्यक्तिगत प्रतिक्रियाएँ विद्यार्थियों को किसी साथी से प्रभावित हुए बिना सोच-विचार करके प्रश्न के साथ जुड़ने का समय देती हैं। यह प्रारम्भिक ज़िम्मेदारी सहपाठियों के बीच गहन चर्चा करवाती है।

इसे कैसे लागू करें : विद्यार्थियों से प्रश्न पूछें और उन्हें कक्षा में अपने व्यक्तिगत उत्तर साझा करने की अनुमति दें। मंथन करने और अपने उत्तरों को लिखने के लिए विद्यार्थियों के सामने सफ़ेद बोर्ड, फ्लैश कार्ड, दोनों तरफ़ 'हाँ' या 'नहीं' लिखे पैडल, (या, यदि आपके पास iClickers या Braincandy.org जैसे मुफ़्त ऑनलाइन टूल्स जैसी तकनीक उपलब्ध हो) पेश करें। उन्हें एक व्यक्तिगत प्रतिक्रिया बनाने और अपना मत ज़ाहिर करने के लिए समय और जगह दें। इससे साथी-चर्चा को समझने और परिणाम निकालने के लिए अधिक माहौल बनता है। विद्यार्थी बताते हैं कि किसी प्रश्न का उत्तर देने की प्रारम्भिक ज़िम्मेदारी व्यक्तिगत रूप से उन्हें सवाल और जवाब के बारे में अधिक गहराई से सोचने के लिए मजबूर करती है।

गाइड 3 : साथी-चर्चा

साथी-चर्चा को लागू करना ही साथी-शिक्षण की पूरी प्रक्रिया का एकमात्र सबसे महत्त्वपूर्ण हिस्सा हो सकता है। हालाँकि, कक्षा में पूछे गए प्रत्येक प्रश्न के लिए साथी-चर्चा की आवश्यकता नहीं होती है। अनुसन्धान से पता चलता है कि जब कोई प्रश्न बहुत आसान होता है (जब पहली बार वोट देने पर ही 70% से अधिक विद्यार्थियों को सही उत्तर मिलता हो), तो शिक्षकों को साथी-चर्चा को छोड़ देना चाहिए क्योंकि इस स्थिति में सीखना लगभग न के बराबर होता है। यदि प्रश्न बहुत कठिन है (पहली बार वोट देने पर 35% से कम विद्यार्थियों को सही उत्तर मिले), तो शिक्षकों को चर्चा से पहले अधिक स्पष्टीकरण या संकेत प्रदान करना चाहिए।

इसके अतिरिक्त, शिक्षकों को विद्यार्थियों को न केवल अपने उत्तरों पर चर्चा करने के लिए, बल्कि अपने **उत्तरों के कारणों** पर भी चर्चा करने के लिए प्रेरित करना चाहिए। यह महत्त्वपूर्ण है क्योंकि सीखने का केन्द्र सही उत्तर प्राप्त करने के बजाय वैचारिक समझ पर होना चाहिए। शोध से पता चलता है कि जब शिक्षक 'उत्तर-केन्द्रित' चर्चाओं के बजाय 'कारण-केन्द्रित' चर्चाओं को प्रोत्साहित करते हैं, तो सीखने में वृद्धि होती है।

इसे कैसे लागू करें : मतदान के पहले चरण के दौरान विद्यार्थियों को ध्यान-से देखें कि क्या प्रश्न साथी-चर्चा के लिहाज़ से बहुत आसान है या बहुत कठिन है। यदि प्रश्न बहुत सरल और बहुत कठिन के बीच के किसी बिन्दु पर हो, तो विद्यार्थियों को अपने साथी के समक्ष अपना मत रखने और यह समझाने के लिए प्रोत्साहित करें कि उन्होंने अपना व्यक्तिगत उत्तर क्यों चुना। विद्यार्थियों को चर्चा के लिए समय दें; विश्वास करें कि वे अपने स्वयं के शिक्षक के रूप में कार्य कर रहे हैं।

गाइड 4 : उत्तर की व्याख्या करना

मतदान, चर्चा और दुबारा मतदान के बाद शिक्षक द्वारा दिए जाने वाले अन्तिम स्पष्टीकरण के बिना साथी-शिक्षण अधूरा रहता है। अध्ययनों से यह संकेत मिलता है कि शिक्षक स्पष्टीकरण को साथी-चर्चा के साथ जोड़ने से यह इसी तरह की अन्य शैक्षणिक विधियों से बेहतर परिणाम देता है। मुमकिन है, इसका कारण यह हो कि विद्यार्थी अब शिक्षक के स्पष्टीकरण को सुनने के लिए तैयार और प्रेरित हो जाते हैं। उनका कौन-सा उत्तर सही था – पहला वाला (यानी, उनका व्यक्तिगत उत्तर), या किसी साथी के साथ बनाया गया, नया वाला? साथी-शिक्षण चक्र के पहले चरणों के बाद, विद्यार्थी अपने शिक्षक के दृष्टिकोण सुनने के लिए तैयार रहते हैं।

इसे कैसे लागू करें : एक बार जब विद्यार्थियों के मत दुबारा एकत्र हो जाएँ तब सही जवाब बतलाएँ और उसकी व्याख्या करें। कुछ प्रचलित उत्तरों की ओर उनका ध्यान आकर्षित करने का प्रयास करें, यह समझाते हुए कि क्यों, कोई ख़ास उत्तर एक सामान्य ग़लतफ़हमी को दर्शाता है या कोई ख़ास उत्तर क्यों सही है।

निष्कर्ष

साथी-शिक्षण विद्यार्थियों को अपने स्वयं के विचारों को बनाने और अपने विचारों का समर्थन करने में सक्षम बनाता है। साथ ही यह विधि उनकी स्वयं की समझ के बारे में स्पष्टता लाती है और इसमें वे अपने साथियों के साथ अर्थ का निर्माण करते हैं।

यह विद्यार्थियों को प्रेरित करता है, उनकी जिज्ञासा को बढ़ाता है, और विद्यार्थियों को उत्तरों को खोजने में सहभागिता के पहलुओं का अनुभव करने के मौक़े देता है। साथी-शिक्षण विभिन्न विषयों में और विद्यार्थियों के अध्ययन के विभिन्न स्तरों पर काम करता है। और, यदि इसे सही तरीक़े से लागू किया जाए, तो यह न केवल तथ्यात्मक ज्ञान में सुधार करता है, बल्कि वैचारिक ज्ञान में भी सुधार करता है। साथी-शिक्षण प्रत्येक शिक्षक के टूल-बॉक्स में निश्चित रूप से होता है क्योंकि यह सशक्त और प्रभावी है।

Note: Credits for the image used in the background of the article title: Illustration by Punya Mishra. License CC-BY-NC.

References

1. Vickrey T., Rosploch K., Rahmanian R., Pilarz M. & Stains M. (2015). Research-Based Implementation of Peer Instruction: A Literature Review. CBE-Life Sciences Education, 14(1).
2. Judson E. & Sawada D. (2002). Learning from past and present: Electronic response systems in college lecture halls. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 21(2), 167-181.
3. Mazur E. (1997). Peer Instruction: A User's Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
4. McConnell D. A. et al. (2006). Using concepts to assess and improve student conceptual understanding in introductory geoscience courses. Journal of Geoscience Education, 54(1), 61-68.
5. Miller K., Lasry N., Lukoff B., Schell J. & Mazur E. (2014). Conceptual question response times in peer instruction classrooms. Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 10(2), 020113.
6. Rao S. P., & DiCarlo S. E. (2000). Peer instruction improves performance on quizzes. Advances in Physiology Education, 24(1), 51-55.

केविन क्लोज़ एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी में लर्निंग, लिट्रेसीज़ और टेक्नोलॉजीस में डॉक्टरेट के विद्यार्थी हैं। वह सांस्कृतिक रूप से संवेदनशील मानकीकृत परीक्षणों, जटिल अधिगम को मापने और कक्षा के रचनात्मक मूल्यांकन (Formative assessment) पर शोध कर रहे हैं। उनसे kevin.close@asu.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

निकोल बॉवर्स एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी में लर्निंग, लिट्रेसीज़ और टेक्नोलॉजीस में डॉक्टरेट की छात्रा हैं। उनके शोध के विषयों में वे पथ (trajectories) शामिल हैं जिनका अनुसरण लोग वैज्ञानिक बनने के लिए करते हैं और साथ ही वे संगठन भी शामिल हैं जो विद्यार्थी-केन्द्रित सीखने का समर्थन करते हैं। उनसे nbowers1@asu.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

रोहित मेहता कैलिफोर्निया स्टेट यूनिवर्सिटी, फ्रेस्नो में करिकुलम एंड इंस्ट्रक्शन के सहायक प्रोफ़ेसर हैं। उनका शोध वैज्ञानिक साक्षरता और न्यू एज मीडिया के समावेश पर है। उनसे mehta@csufresno.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

पुण्य मिश्र स्कॉलरशिप एंड इनोवेशन के एसोसिएट डीन हैं और एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी में प्रोफ़ेसर हैं। उनसे punya.mishra@asu.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

जे. ब्रायन हेंडरसन एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी में लर्निंग साइंसेज में सहायक प्रोफ़ेसर हैं। वह रचनात्मक मूल्यांकन तकनीकों के माध्यम से आपसी विज्ञान सीखने-सिखाने को सुगम बनाने के लिए शैक्षिक प्रौद्योगिकी और साक्ष्य-आधारित तर्क के उपयोग में रुचि रखते हैं। उनसे jbryanh@asu.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रमोद मैथिल **पुनरीक्षण** एवं **कॉपी एडीटिंग** : कविता तिवारी