

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

रैखिक गति से सम्बन्धित अवधारणाएँ सिखाने के लिए सुझाव

“

यदि आप बच्चे के नजरिए से उन विषयों की ज्ञान मीमांसा पर बात नहीं करेंगे तो आप मुसीबत में फँसेंगे। ”

- प्रो. कृष्ण कुमार^{1,2}

ऐसा लगता है कि प्रो. कृष्ण कुमार यह सुझा रहे हैं कि औपचारिक वैज्ञानिक अवधारणाओं को बस हासिल की गई जानकारी के तौर पर प्रस्तुत करने की बजाय उन्हें स्थापित करने में विद्यार्थियों को सक्रिय रूप से शामिल करना जरूरी है। हम इसे किस तरह कर सकते हैं? रैखिक गति का वर्णन दूरी, समय और चाल की अवधारणाओं के बीच सम्बन्धों के अर्थ में किया जाता है। अपने रोजमर्रा के अनुभवों, जैसे कि चलना, दौड़ना, साइकिल चलाना, बस या ट्रेन में सफर करना आदि से विद्यार्थियों में इस सम्बन्ध की एक गुणात्मक समझ विकसित होती है। चाल की अवधारणा भी मीडिया और साहित्य जैसी लोकप्रिय संस्कृति के माध्यम से उनकी रोजमर्रा की शब्दावली में दाखिल होती है। इन अनुभवों का और प्रत्यक्ष समानुपात जैसे परिचित गणितीय सिद्धान्तों का इस्तेमाल करते हुए हम अपने विद्यार्थियों के साथ संवाद शुरू कर सकते हैं। इन संवादों को गतिविधियों और संकेतों के अनुक्रम द्वारा आगे जारी रखा जा सकता है ताकि विद्यार्थियों को इन अवधारणाओं के बीच मात्रात्मक सम्बन्ध निर्मित करने में मदद मिल सके।

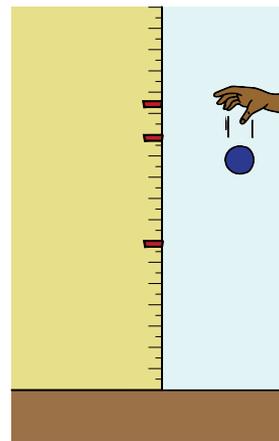
हमने 'सरल रेखा में गति का अर्थ समझने के लिए खेलों का उपयोग' लेख में रैखिक गति को सिखाने के लिए इस्तेमाल की गई अपनी शिक्षण पद्धति का वर्णन किया है। हमारी पद्धति में दिलचस्पी रखने वाले शिक्षकों के लिए यह ऐसा मोटा-मोटा अनुक्रम है जिसमें हमने चर्चाएँ और गतिविधियाँ कीं :

1. उसैन बोल्ट का 100 मीटर की दौड़ वाला वीडियो देखना।
 2. विद्यार्थियों को आमंत्रित करें कि वीडियो देखते हुए उन्होंने जो कुछ भी देखा, महसूस किया और सोचा, उसे साझा करें।
 3. मीटर (लम्बाई का मात्रक) को ऐसी दूरियों से जोड़ें जिनसे विद्यार्थी परिचित हों।
 4. अपने विद्यार्थियों को कक्षा की कुछ चीजों की लम्बाइयों को मापने के लिए बुलाएँ। उन्हें मीटर स्केल या मापन टेप, दोनों में से जो भी उपलब्ध हो, का इस्तेमाल करने दें।
 5. अपने विद्यार्थियों को दौड़ने दें, भले ही इसके लिए दो ही विद्यार्थी आगे आएँ। अपने विद्यार्थियों को दौड़ की दूरी को नापने दें। उन्हें मीटर स्केल या मापन टेप, दोनों में से जो भी उपलब्ध हो, का इस्तेमाल करने दें।
 6. विद्यार्थियों को (कम-से-कम दो को) दौड़ की शुरुआत और अन्त के तालमेल तथा उनके साथियों द्वारा दौड़ पूरी करने में लिए गए समय के मापन करने की चुनौती दें।
 7. तय की गई दूरी और लिए गए समय का सम्बन्ध स्थापित करने के लिए प्रत्यक्ष समानुपात के सिद्धान्त का उपयोग करें। एक सेकंड में तय की गई दूरी के रूप में औसत चाल की अवधारणा पर पहुँचें।
 8. उसैन बोल्ट द्वारा दौड़ में 10-10 मीटर के हिस्सों को तय करने वाले सारे समय देखें ताकि विद्यार्थियों को यह देखने में मदद मिले कि दौड़ के दौरान बोल्ट की चाल में किस तरह बदलाव आया।
 9. मीटर प्रति सेकंड में मापी गई चाल को किलोमीटर प्रति घण्टा के ज्यादा परिचित मात्रक से जोड़ें। यह कुछ अतिरिक्त सुझाव हैं जिन पर इन अवधारणाओं के शिक्षण के दौरान विचार किया जा सकता है :
- हमें उसैन बोल्ट की विश्व रिकॉर्ड स्थापित करने वाली दौड़ को देखने से शुरुआत करना मददगार

लगा क्योंकि इसने विद्यार्थियों की दिलचस्पी और ध्यान को आकर्षित किया। ऐसा लगा कि वह दौड़ में व्यक्तिगत रूप से शामिल महसूस कर रहे थे। वीडियो दो मिनट से थोड़ा ही बड़ा है। इसमें दौड़ को अलग-अलग कोणों से और धीमी गति में दिखाया गया है। धावकों की अद्भुत शारीरिक क्षमताएँ मनमोहक हैं और बहुत सम्भव है कि विद्यार्थी दौड़ को देखने और उसके बारे में सोचने के प्रति काफी आकर्षित हो जाएँ। वीडियो को एक से ज्यादा बार चलाना भी मददगार हो सकता है ताकि विद्यार्थी इसे ध्यानपूर्वक देख सकें और दौड़ के विभिन्न पहलुओं पर गौर कर सकें। आप इस यूट्यूब वीडियो को यहाँ देख सकते हैं: <https://youtu.be/HFLuduKmnW0>. या इसके लिए आप दाईं ओर दिए गए क्यूआर कोड को स्कैन कर सकते हैं।



- हमने विद्यार्थियों को अपनी टिप्पणियाँ देने के लिए बुलाया और उन्हें यह बोलने का अवसर प्रदान किया, कि उन्होंने दौड़ को देखने के बाद क्या महसूस किया और वीडियो में किन बातों पर ध्यान दिया। इस प्रक्रिया ने हमारे लिए कक्षा संवाद को शुरू करने के एक तरीके के रूप में बढ़िया काम किया। विद्यार्थियों के विचारों को सुनना, उन्हें सार रूप में चॉकबोर्ड पर लिखना और अगर कुछ समय हो तो उनके कुछ सवालों के जवाब देना भी मददगार हो सकता है। यह काफी मुमकिन है कि इनमें से कुछ बिन्दु चर्चा को आगे बढ़ाने और उन औपचारिक अवधारणाओं के साथ जुड़ने में मदद कर सकते हैं जिन्हें हम कक्षा में शुरू करना चाहते हैं। हमें ऐसे मौकों की तलाश करना फ़ायदेमन्द लगा। अक्सर, विद्यार्थियों के विचार काफी आश्चर्यजनक हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, हमने यह अपेक्षा नहीं की थी कि विद्यार्थी दौड़ को देखने के बाद खुद दौड़ना चाहेंगे। शिक्षकों के रूप में यह तय करने के लिए, कि कौन-से तरीके आगे की खोजबीन के लिए ज्यादा मुनासिब होंगे, हमें अपनी शैक्षणिक समझ पर निर्भर करते हुए जोखिम उठाने पड़ेंगे।
- हम एक दौड़ आयोजित करने और उसके इर्द-गिर्द संवादों को बुनने का सुझाव देंगे ताकि आगे के कक्षा संवादों में चर्चा के लिए विद्यार्थियों को कुछ ठोस चीज़ें मिल सकें। अगर आपके विद्यार्थी खुद से दौड़ने की इच्छा नहीं जताते तो आप उन्हें यह सुझा सकते हैं। बच्चे होने के नाते उनमें से कुछ तो यकीनन दौड़ने के लिए आगे आ जाएँगे।
- विद्यार्थी लम्बाई के मात्रक के रूप में मीटर की बेहतर समझ विकसित कर सकें, इसके लिए ऐसी दूरियों व लम्बाइयों की चर्चा करें जिनसे वह स्कूल या घर के अपने रोज़मर्रा के जीवन के माध्यम से परिचित हों। इसमें उनकी डेस्क, कक्षा, या खेल के मैदान की लम्बाई शामिल हो सकती है। इनमें से कुछ दूरियों को एक स्केल या मापन टेप के सहारे असल में मापने के कार्य में शामिल करें। इस अभ्यास को पर्याप्त समय और ध्यान देना ज़रूरी है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि विद्यार्थी पर्याप्त सटीकता के साथ लम्बाइयों को मापने का कौशल हासिल कर सकें। यह समझ उसैन बोल्ट की दौड़ से मिले आँकड़ों को समझने के लिए भी महत्वपूर्ण होगी।
- जैसा कि हम इस लेख में चर्चा कर रहे हैं, विद्यार्थियों को दौड़ की शुरुआत और अन्त का तालमेल करने तथा इस दूरी को तय करने में उनके साथियों द्वारा लिए गए समय को मापने में मदद करना खासतौर से पेचीदा था। उन्हें सटीक मापन करने के लिए ज़रूरी सावधानी को महत्व देने के लिए निरन्तर इनपुट देने की ज़रूरत पड़ी। इससे जुड़े संवादों को कक्षा में करना सबसे अच्छा हो सकता है ताकि आपके सभी विद्यार्थियों की समझ इस बारे में एक-सी हो। लेकिन दौड़ का तालमेल करने के दौरान इन संवादों को जारी न रखना शायद मुमकिन न हो।
- विद्यार्थियों को उनके अपने मापन करने के पहले बहुत सारे निर्देश देना शायद मददगार न हो। उन्हें सहयोग देने का ज्यादा बेहतर तरीका होगा उनसे कक्षा में एक-दो अपेक्षाकृत सरल कार्यों को पूरा करने में लिए गए समय को मापना। उदाहरण के लिए, वह फ़र्श पर एक गेंद लुढ़का सकते हैं और फिर उन्हीं के द्वारा बनाई गई समाप्ति रेखा तक पहुँचने में उस गेंद द्वारा लिए गए समय को माप सकते



हैं। या वह 2-3 मीटर की ऊँचाई से गेंद को गिराकर उसके द्वारा फर्श से टकराने में लिए गए समय को माप सकते हैं। इन कार्यों के दौरान, संक्षिप्त निर्देशों, मापनों और चर्चाओं को श्रेणीकृत ढंग से आपस में जोड़ना उपयोगी हो सकता है। उन सावधानियों की चर्चा करें जो इन कार्यों को सटीकता से मापने के लिए उन्हें बरतनी होगी। यह अनुभव उन्हें ढाँड़ के समय को मापने के ज्यादा जटिल कार्य को करने में मदद कर सकता है।

- चर्चा करें कि उसैन बोल्ट किस तरह ढाँड़ की शुरुआत में अपनी चाल को बढ़ाता है। आप फिर से वीडियो चला सकते हैं ताकि विद्यार्थी खुद इसे देख सकें। फिर आप विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि क्या उन्होंने किसी गतिशील वस्तु या व्यक्ति की चाल में बदलाव होने के कुछ और उदाहरण देखे हैं। अगर विद्यार्थी फॉरन इस तरह के उदाहरण न बता पाएँ तो आप उनसे किसी ट्रैफिक सिग्नल पर रुकने या वहाँ से चलने के समय वाहनों की चाल को देखने के लिए कह सकते हैं। या किसी यात्रा के दौरान अलग-अलग समय में किसी वाहन के स्पीडोमीटर पर दिखने वाले मानों को देखने के लिए कह सकते हैं। यह अवलोकन करने के लिए उन्हें कुछ दिन दें और फिर इन्हें कक्षा में साझा करने और इन पर चर्चा करने के लिए आमंत्रित करें।
- चाल की औपचारिक परिभाषा से शुरुआत करने की बजाय, हमने प्रत्यक्ष समानुपात का इस्तेमाल करते हुए औसत चाल की अवधारणा तक पहुँचने का तरीका अपनाया। उदाहरण के लिए, हमने पूछा, “अगर कोई विद्यार्थी 8 सेकंड में 50 मीटर ढाँड़ा तो एक सेकंड में वह कितने मीटर की दूरी तय करेगा?” फिर हमने इस संख्या को ‘औसत चाल’ का नाम दिया। हमें लगा कि इस तरीके ने विद्यार्थियों को चीजों के साथ बेहतर तरीके से जुड़ने का मौका दिया। मुमकिन है कि विद्यार्थी चाल के मात्रकों (मीटर प्रति सेकंड) के अर्थ को भी ज्यादा सीधे तरीके से समझ सकें। हमने मीटरों में एक घण्टे में तय की गई दूरी का पता लगाने के लिए इस तर्क को मिनटों और घण्टों तक बढ़ाया और फिर उसे किलोमीटर में तब्दील कर दिया। मात्रकों को मीटर प्रति सेकंड से ज्यादा परिचित किलोमीटर प्रति घण्टा में तब्दील करने के बारे में इस तरह तर्क करना विद्यार्थियों को इस प्रक्रिया से परिचित कराने का ज्यादा बेहतर तरीका हो सकता है बनिस्बत इसके कि बस इसे एक गणितीय सूत्र के रूप में लिख दिया जाए।

शिक्षकों के रूप में, आपको पता ही होगा कि आपके विद्यार्थियों के साथ कौन-सा तरीका सबसे अच्छा काम करेगा। मुमकिन है कि यह तरीका आपके विद्यार्थियों के विशिष्ट सन्दर्भों, कक्षाओं में होने वाली चर्चाओं, और इन चर्चाओं से निकलने वाली योजनाओं का अनुसरण करे। यहाँ दिए गए सुझावों को इसके मुताबिक संशोधित किया या बदला जा सकता है। हम आपसे ऐसी योजनाओं को अपने विद्यार्थियों के साथ अपनी कक्षाओं में आजमाने के आपके अनुभवों के बारे में जानना चाहेंगे। कृपया हमें इस बारे में ज़रूर लिखें कि आपके लिए किस तरीके ने काम किया और आपकी कक्षा के प्रति आपके विद्यार्थियों की प्रतिक्रिया कैसी थी। धन्यवाद!

टिप्पणियाँ :

1. विज्ञान की इस ज्ञानमीमांसा (ज्ञान का सिद्धान्त) के कुछ पहलू हैं : विज्ञान/वैज्ञानिक ज्ञान की प्रकृति, वह प्रक्रियाएँ जिनके माध्यम से इसका सृजन होता है, इसे किस तरह चुनौती दी जाती है और यह किस तरह विकसित होता है (जिसमें वैज्ञानिकों के काम के सामाजिक, दार्शनिक, प्रौद्योगिकीय और ऐतिहासिक सन्दर्भ शामिल होते हैं), कोई चीज़ वैज्ञानिक रूप से वैध/सत्य है या नहीं, इसे आँकने के मानदण्ड (सबूत की प्रकृति), और वैज्ञानिक जानकारी के किसी अंश के आधार पर क्या और क्या नहीं कहा जा सकता है, क्या निष्कर्ष निकाला और नहीं निकाला जा सकता है या क्या अनुमान लगाया और नहीं लगाया जा सकता है आदि।
2. प्रो. कृष्ण कुमार के नज़रिए को यहाँ सुनें: ‘In Conversation with Prof. Krishna Kumar’, Doordarshan, 2005. URL: <https://youtu.be/7kw4lv1hxUg?feature=shared&t=245>.

रचनाकार :

अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरू के भौतिकी और शिक्षक-शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। अनीश से anish.mokashi@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

श्रीजा वेलायुधन पूर्णा लर्निंग सेंटर और बिदिरु लर्निंग सेंटर में भौतिकी पढ़ाती आ रही हैं। श्रीजा से sreeja@poorna.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अतुल अग्रवाल