প্রাথমিক বিজ্ঞান (I to VIII)

বিকল্প ধারণাসমূহ: তাপ ও তাপমাত্রা

Alternative conceptions: heat and temperature

ভারতে বিদ্যালয় ভিত্তিক সহায়তার ভিত্তিতে শিক্ষকের জন্য শিক্ষা

www.TESS-India.edu.in

http://creativecommons.org/licenses/

TESS-ইন্ডিয়া (টিচার এডুকেশন থ্রু স্কুল বেসড সাপোর্ট)-এর লক্ষ্য হল শিক্ষার্থী–কেন্দ্রিক, অংশগ্রহণমূলক পদক্ষেপের উন্নতিতে শিক্ষকদের সহায়তা করার জন্য ওপেন এডুকেশনাল রিসোর্সেস (OERs)–এর সম্পদগুলির মাধ্যমে ভারতের প্রাথমিক এবং মাধ্যমিক শিক্ষকদের শ্রেণিকক্ষের রীতিগুলিকে উন্নত করা। TESS-ইন্ডিয়া OERs শিক্ষকদের স্কুলের পাঠ্যবইয়ের সহায়িকা প্রদান করে। এগুলি শিক্ষকদেরকে তাঁদের শিক্ষার্থীদের সঙ্গে শ্রেণিকক্ষে পরখ করে দেখার জন্য অ্যাক্টিভিটি প্রদান করে, আর একই সঙ্গে কিছু কেস স্টাডি প্রদান করে যেগুলি দেখায় যে অন্য শিক্ষকরা কীভাবে বিষয়টি পড়িয়েছেন এবং সম্পদগুলির মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করেছে যাতে শিক্ষকদেরকে তাঁদের পাঠের পরিকল্পনা ও বিষয়জ্ঞানকে উন্নত করতে সাহায্য করা যায়।

ভারতীয় পাঠ্যক্রম এবং প্রসঙ্গগুলির জন্য TESS-ইন্ডিয়া OERs সহযোগীতামূলক ভাবে ভারতীয় এবং আর্ন্তজাতিক লেখকদের দ্বারা লেখা হয়েছে এবং এটি অনলাইনে এবং ছাপার ব্যবহারের জন্য উপলব্ধ আছে (http://www.tess-india.edu.in/)। OERs অনেক সংস্করণে পাওয়া যায়, এগুলি ভারতের প্রত্যেক অংশগ্রহণকারী রাজ্যের জন্য উপযুক্ত এবং স্থানীয় প্রয়োজনীয়তা এবং প্রসঙ্গ পূরণ করতে OERsকে ব্যবহারকারীদের গ্রহণ এবং স্থানীয় ভাষায় অনুবাদ করতে আমন্ত্রণ করা হয়।

TESS-ইন্ডিয়া দি ওপেন ইউনির্ভাসিটি UK দ্বারা পরিচালিত এবং UK সরকার আর্থিক বিনিয়োগ করেছে।

ভিডিও সম্পদসমূহ

এই ইউনিটে কিছু কার্যক্রমের সঙ্গে নিম্নলিখিত আইকনগুলি আছে: *। এর অর্থ হল যে নির্দিষ্ট শিক্ষাদান সংক্রান্ত থিমের জন্য TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদসমূহ দেখা আপনার পক্ষে সহায়ক হবে।*

TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদসমূহ ভারতের শ্রেণিঘরের বিবিধ প্রকারের পরিপ্রেক্ষিতে মূল শিক্ষাদানসংক্রান্ত কৌশলগুলি চিত্রিত করে। আমরা আশা করি সেগুলি আপনাকে অনুরূপ চর্চা নিয়ে পরীক্ষা করতে সাহায্য করবে। সেগুলির উদ্দেশ্য হল পাঠ্যভিত্তিক ইউনিটের মাধ্যমে আপনার কাজের অভিজ্ঞতা বাড়ানো ও পরিপূর্ণ করা, কিন্তু আপনি যদি সেগুলি পেতে অসমর্থ হন, সেই ক্ষেত্রে এগুলি অপরিহার্য নয়।

TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদগুলি অনলাইনে দেখা যায় বা TESS-ইন্ডিয়া ওয়েবসাইট, (http://www.tess-india.edu.in/) থেকে ডাউনলোড করা যায়। অন্যথায় আপনি একটি সিডি বা মেমরি কার্ডে ভিডিওগুলি পেতে পারেন।

সং করণ 1.0 ES12v1
West Bengal

তৃতীয় পে ষর উপা ানগুলি বা অন্যথায় বর্ণিত না হলে এই সাম রীর্ম একর্ম ি রয়েৰ্মভ মকনস অ্যাট্রিবিউশন-শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্সের অধীনে উপলব্দ: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/

TESS-India is led by The Open University UK and funded by UK aid from the UK government

এই ইউনিটের বিষয়বস্তু

শিশুদের মনে অল্প বয়স থেকেই তাদের চারপাশের পরিবেশ এবং বিশ্ব সম্বন্ধে ধারণা ও ব্যক্তিগত তত্ব গড়ে ওঠে। শিশুদের ধারণাগুলিই তাদের পূর্বাভাস ও কাজকর্মের নিয়মাবলীর ভিত্তি হিসেবে কাজ করে: যেমন, তারা দ্রুত শিখে যায় যে আগুন হল গরম, তাই স্পর্শ করা উচিত নয়। তারা শেখে যে পাথর জলে ডুবে যায় কিন্তু কাঠ ভেসে থাকে। আপনি শিশুদেরকে বিজ্ঞানের যে সমস্ত ঘটনা পড়াচ্ছেন, সেগুলি সম্বন্ধে বিদ্যালয়ে যাওয়ার আগেই তাদের মধ্যে নিজস্ব তত্ব গড়ে উঠে। প্রায় ক্ষেত্রেই তাদের ধারণাগুলি স্বীকৃত বিজ্ঞানসম্মত বোধের থেকে ভিন্ন হয়।

এই ইউনিটে 'তাপ ও তাপমাত্রা' বিষয়ের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট বিকল্প ধারণাগুলি (যাকে কখনও কখনও ভ্রান্ত ধারণা রূপে উল্লেখ করা হয়) খতিয়ে দেখা হয়েছে। এছাড়াও নজর দেওয়া হয়েছে পড়ানোর মাধ্যমে আপনি কীভাবে আপনার শিক্ষার্থীদের স্বীকৃত বিজ্ঞানসম্মত ধারণাগুলিকে গ্রহণ করার জন্য তাদের বিকল্প ধারণাগুলির উন্নতিতে সাহায্য করতে পারেন।

এই ইউনিটে আপনি কী শিখতে পারেন

- আপনার শিক্ষার্থীদের মনে কী কী বিকল্প ধারণা আছে তা কীভাবে জানা যায় বা মূল্যায়ন করা যায়।
- তাপ ও তাপমাত্রা বিষয়টির প্রসঙ্গে আপনার শিক্ষার্থীদের মধ্যে থাকা বিকল্প ধারণাগুলি সম্বন্ধে।
- আপনি কীভাবে শিক্ষার্থীদের সরল ধারণা ও বিকল্প ধারণাগুলিকে পরিবর্তন করতে ও বিকশিত করতে পারেন।
- শিক্ষার্থীদেরকে তাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্য বুঝতে সাহায্য করতে কীভাবে কার্যকলাপের পরিকল্পনা করা যায়।

কেন এই পদ্ধতি গুরুত্বপূর্ণ

আপনার শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলি সম্বন্ধে অবগত থাকা এবং সেগুলিকে কীভাবে উন্নত করা যায় তা জানা গুরুত্বপূর্ণ, কারণ:

- শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলি তারা যেভাবে শেখে ও আপনার শেখানো বৈজ্ঞানিক ধারণাগুলিকে তারা কোন মাত্রা পর্যন্ত গ্রহণ করতে পারে এবং সেই বিষয়গুলিকে প্রভাবিত করতে পারে
- অন্তর্নিহিত অর্থ না বুঝে মুখস্থ করে শেখার পরিবর্তে, অর্থবহ উপলব্ধি গড়ে উঠলে আপনার শিক্ষাদান বেশি সফল হবে
- ধারণাগুলিকে উন্নত বা পরিবর্তিত করতে প্রয়োজনীয় অভিজ্ঞতাগুলির পরিকল্পনা করতে সমর্থ করবে

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- বিদ্যালয়ের বাইরের জীবন থেকে শিশুদের তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে কোন ধরনের অভিজ্ঞতা থাকার সম্ভাবনা আছে? যত বেশি সম্ভব অভিজ্ঞতার একটি তালিকা তৈরি করুন।
- আপনার মতে, তারা এই অভিজ্ঞতাগুলির ফলস্বরূপ তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে কী কী শিখেছিল?

1 আপনার নিজস্ব ধারণা

আপনি যে বিষয়টি পড়াচ্ছেন, সেটি সম্বন্ধে শিক্ষক হিসেবে আপনার ভাল ধারণা থাকা প্রয়োজন। আপনার শিক্ষার্থীদের কোন জিনিসগুলি ধারণাগতভাবে কঠিন বলে মনে হতে পারে এবং বিভ্রান্তির সম্ভাব্য জায়গাগুলি সম্বন্ধেও আপনার অবগত থাকা প্রয়োজন। কনসেপ্ট ম্যাপিং (*প্যাটার্ন পর্যবেক্ষণ করা: ছায়া এবং দিন ও রাত্রি* ইউনিটটি দেখুন), পূর্বাভাস-পর্যবেক্ষণ-ব্যাখ্যা (*প্রদর্শনী ব্যবহার করা: খাদ্য* ইউনিটটি দেখুন), অঙ্কণ ও সত্য/মিথ্যা ক্যুইজগুলির মতো বিভিন্ন মূল্যায়ন কৌশলের মাধ্যমে আপনি জানতে পারেন যে আপনার শিক্ষার্থীদের মনে কী কী ধারণা আছে।

অ্যাক্টিভিটি 1: আপনার নিজের ধারণা খতিয়ে দেখা

সম্পদ 1 হল তাপ ও তাপমাত্রা বিষয়ে একটি সত্য/মিথ্যা ক্যুইজ। কোনো উত্তর না দেখে এই ক্যুইজটি নিজে নিজে করুন। এটি সম্পূর্ণ হওয়ার পরে, আপনি যে সব প্রশ্নের উত্তরের ব্যাপারে নিশ্চিত ছিলেন না সেগুলির উত্তর যাচাই করতে পাঠ্যবই বা অন্য রেফারেন্স ব্যবহার করুন।

আপনার শিক্ষার্থীরা কী কী জানে তা খুঁজে বের করা এবং তাদের চিন্তাভাবনায় বিভ্রান্তি থাকলে সেগুলিকে চ্যালেঞ্জ করার গুরুত্ব সম্বন্ধে সম্পদ 2 ও 3, 'অগ্রগতি ও কার্যকারিতা মূল্যায়ন' এবং 'পর্যবেক্ষণ ও মতামত প্রদান' এ আলোচনা করা হয়েছে। সহায়ক ও উপযোগী মতামত শিক্ষার্থীদেরকে তাদের ধারণাগুলি সম্বন্ধে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে উৎসাহিত করবে এবং ধারণাগুলিকে আরো বিশদে খতিয়ে দেখতে ইচ্ছুক করবে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

1. এই ক্যুইজটি করার সময় আপনার কেমন লেগেছিল?
2. আপনার কি কোনো প্রশ্ন কঠিন বলে মনে হয়েছিল? যদি কঠিন মনে হয়ে থাকে, তবে কোনগুলি এবং কেন?
3. ক্যুইজটি কি আপনাকে আপনার শিক্ষার্থীদের পক্ষে পাঠ্য বিষয়টির সবচেয়ে সমস্যাবহুল দিকগুলিকে সনাক্ত করতে সাহায্য করেছিল? এগুলি কী কী হতে পারে বলে আপনি মনে করেন?
4. এই ক্যুইজের মাধ্যমে কী কী ভ্রান্ত ধারণা প্রকাশ পাবে বলে আপনি মনে করেন?

প্রথমে এই প্রশ্নগুলি তুলনামূলক ভাবে সহজ বলে মনে হলেও, কিছু উত্তরের ব্যাপারে অনিশ্চিত বোধ করা খুব একটা অস্বাভাবিক ঘটনা নয়। যদিও এটিকে কম ভীতিপ্রদ অনুভব করানোর জন্য 'পরীক্ষা' না বলে 'ক্যুইজ' বলা হয়েছিল, তবুও আপনার ধারণা পরীক্ষা করার ব্যাপারে আপনি হয়ত কিছু উদ্বেগের শিকার হয়ে থাকবেন। আপনার শিক্ষার্থীরাও এই একই অনুভূতির শিকার হবে। অতএব, আপনি যখনই কোনো বিষয়ে আপনার শিক্ষার্থীদের ধারণা পরীক্ষা করবেন, তখন তাদেরকে শান্ত করাটা জরুরী। তাদেরকে পুনরায় আশ্বস্ত করা প্রয়োজন যে তাদের পরীক্ষা নেওয়া হচ্ছে না। তাদের এটা জানা প্রয়োজন আপনি আরো কার্যকরভাবে তাদেরকে পড়ানোর জন্য তাদের ধারণাগুলি জানতে আগ্রহী।

ভিডিও: অগ্রগতি ও কার্যকারীতা মূল্যায়ন

কেস স্টাডি 1: শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলি জানা

যখন তরলগুলিকে মেশানো হয়েছিল, সেই সময় তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে সপ্তম শ্রেণির শিক্ষার্থীরা কী বুঝেছিল এবং বিশ্বাস করেছিল তা জানার জন্য দিব্যেন্দু স্যার পূর্বাভাস পদ্ধতি ব্যবহার করেছিলেন। এখানে তিনি ব্যাখ্যা করেন যে তিনি কী করেছিলেন এবং কী দেখেছিলেন।

আমি ঠিক করেছিলাম যে আমার শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিভিন্ন আয়তনের জল মেশালে কী ঘটবে সেই সম্পর্কে পূর্বাভাস দিতে বলব। আমি তাদেরকে থার্মোমিটারের কাজ সম্বন্ধে প্রশ্ন করে শুরু করেছিলাম। বেশির ভাগই জানত যে এটি তাপমাত্রা মাপার কাজে ব্যবহার করা হয়, কিন্তু কয়েকজন শিক্ষার্থী ভেবেছিল যে এটির সাহায্যে তাপ মাপা হয়। আমি তাদেরকে উত্তর বলার পরিবর্তে শুধু বলেছিলাম যে এটা বেশ আকর্ষণীয়, কারণ আমি চেয়েছিলাম যে তারা যেন তাদের ধারণাগুলি স্বচ্ছন্দে প্রকাশ করতে পারে।

এরপরে, আমি একই আয়তন ও তাপমাত্রার জলের দুটি বিকার নিয়েছিলাম – জলটা ঠান্ডা ছিল। আমি একজন শিক্ষার্থীকে প্রতিটি বিকারের জলের তাপমাত্রা মেপে সমান ছিল কিনা পরীক্ষা করে দেখতে বলেছিলাম। যখন দুটি বিকারের জলকে একটি পাত্রে

মেশানো হয়, তখন জলের তাপমাত্রার কী হবে, সেই ব্যাপারে শিক্ষার্থীদেরকে তাদের পূর্বাভাসগুলি লিখে রাখতে বলেছিলাম। তাপমাত্রা কি কমে যাবে, বৃদ্ধি পাবে, না কি একই থাকবে? আমি তাদেরকে চূড়ান্ত তাপমাত্রার বিষয়েও পূর্বাভাস দিতে বলেছিলাম। বেশিরভাগ শিক্ষার্থী ভেবেছিল যে এটি একই থাকবে, কিন্তু কয়েকজন মনে করেছিল যে জলের আয়তন বেশি হয়ে গিয়েছে বলে তাপমাত্রা কমে যাবে, যা আমি একেবারেই প্রত্যাশা করি নি।

আমি বিভিন্ন আয়তন ও তাপমাত্রার জলের জন্য একই পদ্ধতি অনুসরণ করেছিলাম। আমি ব্যবহার করেছিলাম:

- এক লিটার গরম জল এবং এক লিটার ঠান্ডা জল
- আধ লিটার গরম জল এবং এক লিটার ঠান্ডা জল
- এক লিটার গরম জল এবং আধ লিটার ঠান্ডা জল

এই অ্যাক্টিভিটিটি করতে খুব বেশি সময় লাগেনি। শিক্ষার্থীদের সব পূর্বাভাস এবং তাদের পূর্বাভাসের পশ্চাতের কারণগুলি আমাকে তাদের বর্তমান চিন্তাভাবনা বুঝতে সাহায্য করেছিল। উদাহরণস্বরূপ, দুজন শিক্ষার্থী ভেবেছিল যে 'গরম' 'ঠান্ডার' চেয়ে বেশি শক্তিশালী। যদিও বেশির ভাগ শিক্ষার্থীই সঠিকভাবে পূর্বাভাস দিয়েছিল যে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে, হ্রাস পাবে, না কি একই থাকবে, তবে মিশ্রণের তাপমাত্রা সম্বন্ধে ভবিষ্যদ্বাণী করার সময় তারা ততটা আত্মবিশ্বাসী ছিল না। কিছু শিক্ষার্থী শুধু একটি তাপমাত্রা থেকে অন্যটি বিয়োগ করেছিল। কয়েকজন শুধুই এগুলিকে যোগ করেছিল।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনার মতে, *দিব্যেন্দু স্যারের* শিক্ষার্থীরা তাপমাত্রা সম্বন্ধে কী বুঝেছিল?
- তিনি কী কী বিকল্প ধারণা আবিষ্কার করেছিলেন?
- তিনি কীভাবে শিক্ষার্থীদেরকে তাদের প্রকৃত চিন্তাভাবনা প্রকাশ করতে উৎসাহ দিয়েছিলেন?

2 তাপ ও তাপমাত্রা বিষয়ে বিকল্প ধারণাগুলি

আপনি অ্যাক্টিভিটি 1 এ যে সত্য/মিথ্যা ক্যুইজটি করেছিলেন, সেটি তাপ ও তাপমাত্রা বিষয়ে গবেষকদের খুঁজে পাওয়া কিছু বিকল্প ধারণার (কখনও কখনও যাকে ভ্রান্ত ধারণাও বলা হয়) ভিত্তিতে করা হয়েছিল। শিশুদের মনে যে সব বিকল্প ধারণা থাকে তার কয়েকটি হল নিম্নরূপ:

- তাপ হল জল বা বায়ুর মত একটি পদার্থ, যা বস্তুর মধ্যে প্রবেশ করে এবং নির্গত হয়।
- গরম ও ঠান্ডা হল পৃথক সত্তা, এবং তারা বিচ্ছিন্ন।
- ঠান্ডা হল গরমের বিপরীত।
- বিভিন্ন ধরনের তাপ আছে, যা সংশ্লিষ্ট বস্তুর উৎস বা বৈশিষ্ট্যের দ্বারা চিহ্নিত হয়।
- তাপ হল গরম, কিন্তু তাপমাত্রা গরম বা ঠান্ডা হতে পারে।
- তাপমাত্রা ও তাপ একই জিনিস।
- ঠান্ডা বস্তুতে তাপ থাকে না।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

শিশুদের বিদ্যালয়ের বাইরের জীবন থেকে তাপ ও তাপমাত্রার যে অভিজ্ঞতা হওয়ার সম্ভাবনা আছে, সেই সম্বন্ধে আপনি পূর্বে যে তালিকাটি তৈরি করেছিলেন সেটিতে ফিরে যান।

- 'তাপ' শব্দটি কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
- তাপ সম্বন্ধে কী কী পরিভাষা ব্যবহার করা হয় যেগুলির কারণে ভুল ধারণা তৈরি হতে পারে?

এটি বিজ্ঞানের এমন একটি বিষয়, যা শিশুরা কঠিন বলে মনে করতে পারে। দৈনন্দিন ভাষায় 'তাপ' শব্দটি যেভাবে ব্যবহার করা হয়, অংশত সেই কারণেই এই সমস্যাগুলি তৈরি হয়। মিলার (2000) এর মতে 'তাপ' শব্দটি বিশেষ্য (যেমন, কোনো বস্তুর তাপ) এবং ক্রিয়া (যেমন, কোনো বস্তুকে 'উত্তপ্ত করা') উভয় রূপেই ব্যবহার করা হয়। তাই 'তাপ' শব্দটি কোনো গরম জিনিসে উপস্থিত শক্তিকে বর্ণনা করার পাশাপাশি, তাপমাত্রার পার্থক্যের কারণে দুটি বস্তুর মধ্যে শক্তি স্থানান্তরের প্রক্রিয়াকে বর্ণনা করার জন্যও ব্যবহার করা হয় (2000, পৃষ্ঠা. 9)। এটি শিক্ষক হিসেবে আপনার ভাষা ব্যবহারের বিষয়ে সতর্ক থাকা এবং ব্যবহৃত পরিভাষাগুলির অন্তর্নিহিত অর্থ খতিয়ে দেখার জন্য আপনার শিক্ষার্থীদেরকে সুযোগ প্রদানের প্রয়োজনীয়তার প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণ করে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

আপনি কি বিজ্ঞানের অন্য কোনো বিষয় চিন্তা করতে পারেন, যেখানে বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যাটি আমাদের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার বিপরীত বলে মনে হওয়ার কারণে সেটি বোঝা কঠিন হয়?

3 তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে শিশুদের ধারণা

আপনি এখন জানতে পারবেন যে আপনার শিক্ষার্থীদের তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে কী কী ধারণা আছে।

অ্যাক্টিভিটি 2: আপনার শিক্ষার্থীদের কী কী ধারণা রয়েছে?

আপনি *দিব্যেন্দু স্যারের* মতো একই পন্থা নিতে পারেন, অথবা সত্য/মিথ্যা ক্যুইজটি ব্যবহার করতে পারেন। আপনি যে পন্থাই নিন না কেন, আপনাকে নিশ্চিত হতে হবে যেন এটি আপনার শিক্ষার্থীদের বয়স অনুযায়ী উপযুক্ত। উদাহরণস্বরূপ, খুব ছোট শিশু থার্মোমিটার সম্বন্ধে কী জানে তা জানা যথাযথ হবে না।

একটি সত্য/মিথ্যা ক্যুইজে এমন প্রশ্ন থাকা উচিত যা বোঝা যাবে, এবং ছোট শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে প্রশ্নের সংখ্যা কমিয়ে দিতে হবে। আপনি বোর্ডে বিবৃতিগুলি লিখে দিতে পারেন এবং শিক্ষার্থীদেরকে তাদের উত্তরগুলি খাতায় লিখতে বলতে পারেন, অথবা শিক্ষার্থীদেরকে বলতে পারেন তাদের ধারণাগুলি আপনাকে বলতে।

আপনি শুরু করার আগে, শিক্ষার্থীদেরকে বলুন:

- আপনি তাদের ধারণাগুলি জানতে আগ্রহী
- আপনি চান না যে এইক্ষেত্রে তারা একসঙ্গে কাজ করুক, কারণ আপনি তাদের প্রত্যেকের ধারণাগুলিই জানতে চান
- এটি কোনো পরীক্ষা নয়, এবং ঠিক বা ভুল উত্তরের ব্যাপারে চিন্তা করার প্রয়োজন নেই
- আপনি তাদের উত্তরগুলি সংগ্রহ করতে চলেছেন আপনার পড়ানোর পরিকল্পনা করার জন্য।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

1. আপনার শিক্ষার্থীরা অ্যাক্টিভিটিটিতে কেমন সাড়া দিয়েছিল? আপনি কীভাবে তাদেরকে আশ্বস্ত করেছিলেন?
2. আপনি শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলি সম্বন্ধে কী জেনেছিলেন?
3. শিক্ষার্থীদের কি কোনো বিকল্প ধারণা ছিল? সেগুলি কী কী? এই ইউনিটে, আগে যে সব বিকল্প ধারণার তালিকা প্রস্তুত করা হয়েছিল, তার কোনোটি কী এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত ছিল?
4. আপনি যদি এই অ্যাক্টিভিটিটি আবার করেন, তাহলে তার উন্নতি করার জন্য আপনি কী কী করবেন?

4 বিকল্প ধারণাগুলির পরিবর্তন করতে শিক্ষার্থীদেরকে সাহায্য করা

শিক্ষার্থীদের কী কী ধারণা আছে তা জানার পরে, বিজ্ঞানের শিক্ষক হিসেবে আপনি তাদের বিকল্প ধারণাগুলি পরিবর্তন করে বিজ্ঞানসম্মত বোধ গড়ে তুলতে কীভবে সাহায্য করতে পারেন? পরের কেস স্টাডিতে আপনি দেখবেন যে একজন শিক্ষিকা কীভবে তার পাঠটিতে অগ্রসর হয়েছিলেন।

কেস স্টাডি 2: শিক্ষার্থীদের ধারণা গড়ে তোলা

সালমা দিদিমনি-এর শিক্ষার্থীরা শিখেছিল যে কীভাবে একটি থার্মোমিটার ব্যবহার করতে হয়, এবং তিনি একটি সত্য/মিথ্যা ক্যুইজ করেছিলেন। এই কেস স্টাডিতে তিনি আলোচনা করেছেন যে তিনি কী কী জানতে পেরেছিলেন এবং তাদের ধারণাগুলি পরিবর্তনের জন্য তিনি পাঠে কী কী শিখিয়েছিলেন।

আমি ষষ্ঠ শ্রেণির 66 জন শিক্ষার্থীর একটি বিশাল শ্রেণিতে পড়াই। আমি জানতে পেরেছিলাম যে তাদের মধ্যে অনেকেই বিশ্বাস করত কোনো বস্তু কী উপাদানের তৈরি তার উপরে সেই বস্তুর তাপমাত্রা নির্ভর করে। আমি তাদেরকে শেখাতে চেয়েছিলাম তাপমাত্রা এবং সমস্ত বস্তুর তাপমাত্রা কীভাবে তার পারিপার্শ্বিকের তাপমাত্রার মত একই হয় সেই সম্পর্কে। এছাড়াও, আমি তাদেরকে বোঝাতে চেয়েছিলাম যে কেন তাপমাত্রার পরিবর্তন হয়।

আমি ঠিক করেছিলাম যে আমি শিক্ষার্থীদেরকে বিভিন্ন জিনিসের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে বলব। আমার কাছে অনেক বস্তু ছিল, যেমন একটুকরো কাপড়, পশম, টালি, ধাতুর চামচ, ফল, কিছুটা মাটি, থার্মোমিটার প্রবেশ করানোর জন্য একটি ছিদ্র সহ একটি কাঠের ব্লক, এক কাপ গরম চা, ঘরের তাপমাত্রায় থাকা কিছুটা জল আর কিছুটা খুব ঠান্ডা জল।

আমি শিক্ষার্থীদেরকে ছয়জনের দল গঠন করে কাজ করতে বলেছিলাম। প্রত্যেক দলকে সমস্ত বস্তু দেওয়ার মত পর্যাপ্ত সংখ্যক উপকরণ আমার কাছে ছিল না। আমি এই বিষয়েও উদ্বিগ্ন ছিলাম যে তারা হয়ত ধাক্কা দিয়ে গরম তরলটি ফেলে দিতে পারে। তাই আমি ঠিক করেছিলাম জিনিসগুলিকে একটি থার্মোমিটার সহ শ্রেণিরুমের চারদিকে রাখব। আমি শিক্ষার্থীদেরকে বলেছিলাম যে, কোনো বস্তুর তাপমাত্রা মাপার জন্য তাদেরকে প্রতিটি দল থেকে দুজনকে পাঠাতে হবে। উভয়কেই তাপমাত্রা মাপতে হয়েছিল, যাতে তারা দুটি মান পায়। শিক্ষার্থীরা এইভাবে থার্মোমিটার ব্যবহারের অভ্যাস করার সুযোগ পেয়েছিল, আর এই ব্যাপারেও নিশ্চিত হওয়া গিয়েছিল যে তারা সঠিক মান নিয়েছিল। আমি বোর্ডে (সারণি 1) একটি সারণি দিয়েছিলাম, লেখবার জন্য।

সারণি 1 *বস্তুগুলির তাপমাত্রা লিপিবদ্ধ করা।*

পদার্থের উপাদান	তাপমাত্রা 1	তাপমাত্রা 2

আমি তাদেরকে দেখিয়েছিলাম যে কীভাবে একটি মান নিতে হয়, এবং থার্মোমিটারের স্কেলটি কীভাবে পড়তে হয় তা মনে করিয়ে দিয়েছিলাম। প্রত্যেক জুটি দুটি বা তিনটি বস্তুর তাপমাত্রা মেপেছিল।

কাজ শেষ হওয়ার পরে, আমরা একটা শ্রেণি হিসাবে তাদের ফলগুলি দেখেছিলাম। বেশির ভাগ বস্তুর ক্ষেত্রেই, তারা সবাই সমান তাপমাত্রা পেয়েছিল। আমি জানতে চেয়েছিলাম যে তারা কোনো ফলাফল দেখে অবাক হয়েছিল কি না। কিছু শিক্ষার্থী ভেবেছিল যে পশম

ও কাপড়ের তাপমাত্রা টালি ও ধাতুর চামচের তাপমাত্রার থেকে বেশি হবে, কারণ এগুলি তুলনামূলকভাবে ঠান্ডা বলে মনে হয়েছিল।

একমাত্র পার্থক্য হয়েছিল গরম জল ও ঠান্ডা জলের ক্ষেত্রে। দলগুলি বিভিন্ন তাপমাত্রা লিপিবদ্ধ করেছিল। আমি জিজ্ঞাসা করেছিলাম এটা কেন হয়েছে? থার্মোমিটারটি কি ভাঙা ছিল? তারা এটা মনে করে নি, তারা বরং ভেবেছিল যে গরম জল তাপ হারাচ্ছিল এবং ঠান্ডা জল গরম হচ্ছিল বলেই এটা ঘটেছিল। আমি জিজ্ঞাসা করেছিলাম যে আমরা যদি এই দুটিকে অনেক সময় ধরে রেখে দিই, তাহলে উভয়ের তাপমাত্রা কী হবে। তাদের উত্তরগুলি আকর্ষণীয় ও বৈচিত্র্যময় ছিল। সেখান থেকে আমি ব্যাখ্যা করেছিলাম যে তাপমাত্রা কীভাবে কোনো বস্তুর তাপের তীব্রতা পরিমাপ করে এবং তাপমাত্রা পারিপার্শ্বিকের মত একই না হওয়া পর্যন্ত কীভাবে তাপ স্থানান্তরিত হতে থাকে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- সালমা দিদিমনি কীভবে তাপমাত্রা সম্বন্ধে তার শিক্ষার্থীদের বিকল্প ধারণাগুলিকে পরিবর্তন করতে চেষ্টা করেছিলেন?
- তার পাঠের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি কী ছিল, যা তার শিক্ষার্থীদেরকে তাদের ধারণাগুলি পরিবর্তন করতে সাহায্য করেছিল?
- শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানসম্মত ধারণা সম্বন্ধে সুনিশ্চিত হতে সালমা দিদিমনির কী কী জানা প্রয়োজন?
- আপনি কি এমন একটি মডেল বা উপমা ভাবতে পারেন, যেটি ব্যবহার করে আপনি তাপমাত্রা ও তাপের মধ্যে পার্থক্য, কিংবা গরম জলের তাপমাত্রা কেন হ্রাস পেয়েছিল, তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন?

শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলি উন্নত করতে চেষ্টা করার পরে আপনাকে তাদের ধারণার মূল্যায়ন করতে হবে। তাদের ভ্রান্ত ধারণাগুলি সম্বন্ধে জানার জন্য আপনি যে কৌশল ব্যবহার করেছিলেন, সেই একই কৌশল ব্যবহার করতে পারেন, অথবা নতুন কোনো পরিবেশ পরিস্থিতি তৈরি করতে পারবে যেখানে তারা তাদের নতুন ধারণা প্রয়োগ করতে পারে।

5 শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানসম্মত ধারণা গড়ে তোলা

এখন কেস স্টাডি 3 এবং সম্পদ 2, 'অগ্রগতি ও কার্যকারীতা মূল্যায়ন' পড়ুন, বিশেষত শেখার মূল্যায়ন সংক্রান্ত অংশগুলি এবং শিক্ষা অর্জনের ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের অবস্থান কোথায় তা জানা বিষয়ক অংশগুলি।

কেস স্টাডি 3: তাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্য সম্বন্ধে শিক্ষার্থীদের ধারণা গড়ে তোলা

এই কেস স্টাডিতে, তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে তার শিক্ষার্থীদের যে ধারণাগুলি ছিল, যেগুলি কেস স্টাডি 1 এ বর্ণনা করা হয়েছে, দিব্যেন্দু স্যার সেগুলি জানতে পারার পরে যে পাঠটি পড়িয়েছিলেন সেই বিষয়ে আলোচনা করেছেন।

এই পাঠে বিভিন্ন তাপমাত্রার জলকে বিভিন্ন আয়তনে মেশানোর পরে, শিক্ষার্থীদেরকে তাপমাত্রার পরিবর্তনগুলি অনুসন্ধান করতে বলা হয়েছিল। আমি তাদেরকে এটা করার জন্য কিছু আয়তন বলে দিয়েছিলাম, কিন্তু তারা বলেছিল যে সময় পেলে তারা অন্যগুলিও করতে পারত। আমি নির্দেশগুলো বোর্ডে লিখে দিয়েছিলাম। শিক্ষার্থীদেরকে ফলাফলের একটি সারণি সম্পূর্ণ করতে হত। তারা জলের আয়তন এবং প্রাথমিক তাপমাত্রাগুলি লিপিবদ্ধ করেছিল। তাদেরকে পূর্বাভাস দিতে হত যে ফলস্বরূপ তাপমাত্রা কত হবে এবং তারপরে প্রকৃত তাপমাত্রা মাপতে হত।

তাদের এই কাজ হয়ে যাওয়ার পরে, যা ঘটেছিল তা ব্যাখ্যা করার জন্য আমি একটা প্রদর্শন করেছিলাম। বোঝানোর সুবিধার জন্য আমি একটি মডেল ব্যবহার করেছিলাম। আমি তাপের প্রকাশের জন্য একটি রঙ ব্যবহার করে ছিলাম। রঙের তীব্রতাই তাপমাত্রা নির্ধারণ করছিল। আমার কাছে কয়েকটি স্বচ্ছ পাত্র ছিল, সেগুলিকে ইতিমধ্যেই বিভিন্ন পরিমাণের রঙ দিয়ে ভর্তি

করে প্রস্তুত করে রাখা হয়েছিল, যাছিল বিভিন্ন তাপমাত্রার জলের নিদর্শন। শিক্ষার্থীরা মডেলটি বুঝেছিল কি না তা পরীক্ষা করার জন্য আমি তাদেরকে বলেছিলাম আমাকে জানাতে যে, শীতলতম থেকে শুরু করে উষ্ণতম পর্যন্ত সাজানোর জন্য পাত্রগুলিকে কোন ক্রমে রাখতে হবে। এমন কী 'শীতল' বিকারটিতেও কিছু রঙ ছিল, যদিও তা খুবই ফ্যাকাসে ছিল। আমি তারপরে বিভিন্ন রঙের ঘনত্বগুলিকে বিভিন্ন পরিমাণে মিশিয়েছিলাম, যাতে দেখানো যায় যে বিভিন্ন তাপমাত্রায় থাকা বিভিন্ন আয়তনের জলকে মেশানোর পরে কী ঘটে। আমি প্রতিবার শিক্ষার্থীদের পূর্বাভাস জানতে চেয়েছিলাম এবং তাদেরকে পাশের জনের সঙ্গে কথা বলার সময় দিয়েছিলাম।

শিক্ষার্থীরা এটা পছন্দ করেছিল এবং রঙের কী ঘটবে সেই ভবিষ্যদ্বাণী করে আনন্দ পেয়েছিল। তাদের পক্ষে ভবিষ্যদ্বাণী করা সহজ হয়েছিল বলে মনে হয়েছিল, আর তারা আগে যে সব ভুল করেছিল সেই একই ভুল আর করেনি।

প্রদর্শনটি দেখার পরে, আমি তাদেরকে তাদের ব্যবহারিক অনুসন্ধানের ফলাফলগুলি আলোচনা ও ব্যাখ্যা করতে বলেছিলাম এবং পূর্বাভাস দিতে বলেছিলাম যে আমি তাদেরকে অন্য যে সব পরিস্থিতি দিয়েছিলাম সেখানে কী ঘটবে। আমি দেখতে পেয়েছিলাম যে এই অ্যাক্টিভিটিটি তাদেরকে তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে আরো ভাল ধারণা পেতে সাহায্য করেছিল। এটি তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে তাদের ধারণা পালটে দিয়েছিল।

মনে হয়েছিল যে *ি ব্যেন্দু স্যারের* মডেলিতার শি ষার্থীে র তাপ ও তাপমা রা স বন্ধে বুঝতে সাহায্য করেছিল। তিনি তাপমা রার বিমূর্ত ধারণাকে রঙের তী রতা িয়ে রতি তাপিত করে আরো বাস্তবায়িত করে তুলেছিলেন। শি ষার্থীরা ফল বরূপ 'তাপমা রা' ে খতে পেয়েছিল।এিতাে রকে পরিমাণগত ধারণা গড়ে তোলার আগে, একিগুণগত ধারণা উ নয়নে সাহায্য করেছিল।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনি কীভাবে দিব্যেন্দু স্যারের মডেলটি ব্যবহার করে ব্যাখ্যা করতে পারেন যে একটি হিমশৈলে এক কাপ গরম চায়ের থেকে বেশি তাপীয় শক্তি (তাপ) থাকে?
- এই মডেলটি ব্যবহার করে, পূর্বের তালিকার কোন কোন বিকল্প ধারণাগুলিকে ব্যাখ্যা করা যায়?
- এই মডেলের কী কী সীমাবদ্ধতা বা বিপদ আছে?
- এমন কোনো বিকল্প ধারণা আছে কী, যাকে এই মডেলটি স্বততই আরো শক্তিশালী করে দিতে পারে?

সাদৃশ্য ও মডেল ব্যবহার করার সময়, বিকল্প ধারণাগুলিকে আরো শক্তিশালী করে তোলার সম্ভাবনা এবং সীমাবদ্ধতার বিষয়ে আপনাকে অবশ্যই সতর্ক থাকতে হবে। *দিব্যেন্দু স্যারের* ব্যবহার করা রঙের মডেলটি এই ধারণাকে শক্তিশালী করে তুলতে পারে যে তাপ হল একটি উপাদান যা প্রবাহিত হয়। এটি একটি স্থিতিশীল উপস্থাপনা হওয়ার কারণেও এটির সীমাবদ্ধতা আছে। গরম জল ঠান্ডা হয়ে যায়, যা এই রঙের মডেলে দেখানো যায় না। এই সীমাবদ্ধতাগুলির মোকাবিলা করার সেরা উপায় হল শিক্ষার্থীদেরকে জিজ্ঞাসা করা যে মডেলটি কেন নিখুঁত নয় এবং এটি কী কী দেখায়। আরো লক্ষ করুন যে *দিব্যেন্দু স্যার* শিক্ষার্থীদের সামনে জলে রঙ যোগ করেন নি, যেহেতু এটা তাদের এই ধারণাকে আরো শক্তিশালী করে দিতে পারত যে তাপ হল একটি উপাদান।

অ্যাক্টিভিটি 3: তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে পড়ানো

আপনি এখন তাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্য সম্বন্ধে আপনার শিক্ষার্থীদের ধারণা উন্নত করার জন্য তাদেরকে পড়াতে চলেছেন। পরিকল্পনা শুরু করার আগে আপনাকে সম্পদ 4 পড়তে হবে, কারণ এটি আপনাকে কী করতে হবে তা সিদ্ধান্ত নিতে সাহায্য করবে। আপনাকে এই ধাপগুলি অনুসরণ করে কার্যকলাপের জন্য পরিকল্পনা করতে হবে, তবে শুরু করার আগে মূল সম্পদ 'পাঠগুলির পরিকল্পনা' পড়ুন, যা পরিকল্পনার প্রধান পর্যায়গুলির সারসংক্ষেপ প্রস্তুত করে এবং পরিকল্পনার গুরুত্ব সম্বন্ধে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে। আপনাকে এই ধাপগুলি অনুসরণ করে অ্যাক্টিভিটিটির জন্য পরিকল্পনা করতে হবে:

- আপনি শিক্ষার্থীদেরকে এই অ্যাক্টিভিটিটি থেকে কী শেখাতে চান এবং আপনি কী কী বিকল্প ধারণার উপরে মনোনিবেশ করবেন তা শনাক্ত করুন।
- আপনি কীভাবে তাদের বিকল্প ধারণাগুলিকে চ্যালেঞ্জ করবেন বা নতুন ধারণাগুলি উপস্থাপনা করবেন, সেই সিদ্ধান্ত নিন। উদাহরণস্বরূপ, আপনি বরফযুক্ত জলের তাপমাত্রা মাপতে পারেন, জলকে একটি মোমবাতির তাপে

গরম করতে পারেন এবং জিজ্ঞাসা করতে পারেন যে জল এখনও ঠান্ডা তাহলে তাপ কোথায় গেছে?

- আপনার যে সব সরঞ্জাম ও উপাদান প্রয়োজন হবে তার তালিকা তৈরি করুন।
- আপনি কীভাবে অ্যাক্টিভিটিটি করবেন তা স্থির করুন। এটি একটি প্রদর্শন হিসেবে বা শ্রেণিতের ব্যবহারিক অ্যাক্টিভিটি হিসেবে করা যেতে পারে।
- আপনি কী শিক্ষার্থীদেরকে জোড়ায় জোড়ায়, দলগতভাবে নাকি একা একা কাজ করতে দিতে চান, তা স্থির করুন।
- যাদের শিক্ষা অর্জনে আরো বেশি সাহায্যের প্রয়োজন হয় তাদেরকে আপনি কীভাবে সহায়তা করবেন, তা স্থির করুন।
- আপনার ব্যাখ্যার পরিকল্পনা করুন। আপনি তাদেরকে যে ধারণাগুলি শেখাতে চান সেগুলি কীভাবে ব্যাখ্যা করবেন? আপনি কী ব্যাখ্যায় কোনো মডেল বা উপমা ব্যবহার করবেন? উদাহরণস্বরূপ, এমন কি ঠান্ডা বস্তুরও তাপীয় শক্তি আছে তা দেখানোর জন্য, আপনি রঙের মডেলটি ব্যবহার করতে পারেন।
- আপনার শিক্ষার্থীরা নতুন ধারণাগুলিকে সংহত করার জন্য সেগুলি নিয়ে কী করবে? তারা কি এগুলি আলোচনা করবে এবং নতুন পরিপ্রেক্ষিতে প্রয়োগ করবে? না কি তারা অন্যান্য উদাহরণের উপরে কাজ করবে? উদাহরণস্বরূপ, আপনি তাদের কিছু সত্য/মিথ্যা প্রশ্নবলী দিতে পারেন।

আপনি বিজ্ঞানের যে সমস্ত বিষয়গুলি পড়ান তার অনেকগুলির ক্ষেত্রেই অধিকাংশ শিক্ষার্থীদের মধ্যে কিছু বিকল্প ধারণা, বিশ্বাস বা নিজস্ব তত্ব থাকবে। অতএব, বিজ্ঞানের যে বিষয় পড়াচ্ছেন সেটির বিষয়ে আপনার শিক্ষার্থীদের ইতিমধ্যেই যে ধারণাগুলি আছে সেই সম্বন্ধে আপনাকে অবগত থাকতে হবে। আপনি তাদেরকে তাদের ধারণাগুলি প্রকাশ করতে ও আলোচনা করার সুযোগ দিয়ে এটি করতে পারেন। এটি আপনাকে পাঠপরিকল্পনা করার সময় কোন বিষয়গুলির প্রতি নজর দিতে হবে তা জানাবে।

6 সারসংক্ষেপ

এই ইউনিটের মাধ্যমে আপনি বিকল্প ধারণার বিষয়টি খতিয়ে দেখেছেন এবং তাপ ও তাপমাত্রা বিষয়ে যে সমস্ত বিকল্প ধারণা আছে তার উদাহরণগুলি পরীক্ষা করেছেন। এই বিকল্প ধারণাগুলি শুধুমাত্র শিশুদের মধ্যেই আবদ্ধ নয়। আপনি দেখতে পাবেন যে অনেক প্রাপ্তবয়স্ক মানুষেরও এমন ধারণা আছে যা বিজ্ঞানসম্মতভাবে স্বীকৃত ধারণাগুলির থেকে ভিন্ন। আপনার শিক্ষার্থীদের কী কী ধারণা আছে তা আপনি বিভিন্ন পদ্ধতিতে জানতে পারেন, কারণ গতানুগতিক পরীক্ষার প্রশ্নগুলি প্রায়ই শিক্ষার্থীদের ধারণাগত উপলব্ধি প্রকাশ করে না।

শিক্ষার্থীদের পক্ষে এগুলি বর্জন করা ও পরিবর্তন করা কঠিন এমন বিকল্প ধারণাগুলি পরিবর্তন করা আপনার কাছে সমস্যাজনক হতে পারে। একটি পদ্ধতির কেন্দ্রে আছে, একজন বিজ্ঞানীর পরিচয় দেওয়া এবং বিজ্ঞানসম্মত জ্ঞান ও তত্বগুলি কীভাবে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে উন্নত হয়েছে তা দেখানো। প্রমাণ সংগ্রহ করা এবং পর্যবেক্ষণের জন্য বিভিন্ন ব্যাখ্যাগুলিকে বিবেচনা করার মাধ্যমে এটি করা হয়। অতএব, এইভাবে বিজ্ঞান পড়ানো হলে, তা আপনার শিক্ষার্থীদেরকে তরুণ বিজ্ঞানী হয়ে উঠতে সাহায্য করার পাশাপাশি তাদের বিজ্ঞানসম্মত ধারণাগুলিকেও বিকশিত করবে।

সম্পদসমূহ

সম্পদ 1: তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে সত্য/মিথ্যা ক্যুইজ

সারণি R1.1 এর প্রতিটি বিবৃতি পড়ুন এবং স্থির করুন যে আপনার মতে এটি সত্য না মিথ্যা। আপনি যদি অনিশ্চিত হন, তাহলে 'নিশ্চিত নই' খোপে টিক দিন।

সারণি R1.1 *তাপ ও তাপমাত্রা সম্বন্ধে সত্য/মিথ্যা ক্যুইজ।*

বিবৃতি		সত্য	মিথ্যা	নিশ্চিত নই
1	তাপ হল একটি বস্তুর মোট শক্তির পরিমাণ।			
2	সব বস্তুতেই তাপ থাকে।			
3	তাপীয় শক্তি এবং তাপ কথাগুলির অর্থ একই।			
4	তাপ হল শক্তির একটি রূপ।			
5	তাপমাত্রা তাপ পরিমাপ করে।			
6	তাপমাত্রা ও তাপ একই জিনিস।			
7	একটি হিমশৈলে এক কাপ গরম চায়ের থেকে বেশি তাপ আছে।			
8	তাপ হল দুটি বস্তুর তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্যের ফলস্বরূপ বস্তুগুলির মধ্যে স্থানান্তরিত শক্তি।			
9	'গরম' ও 'ঠান্ডা' হল দুটি শব্দ যা একটি বস্তুর তাপমাত্রাকে বর্ণনা করে।			
10	'গরম' ও 'ঠান্ডা' হল দুটি শব্দ যা একটি বস্তুর তাপীয় শক্তির পরিমাণকে বর্ণনা করে।			
11	তাপ হল বায়ু বা জলের মত একটি উপাদান, যা বস্তুতে প্রবেশ করে এবং নির্গত হয়।			
12	'ঠান্ডা' হল 'তাপ' এর বিপরীত।			
13	শুধুমাত্র গরম বস্তুতেই তাপ আছে।			
14	বিভিন্ন ধরনের তাপ আছে, যেমন প্রাকৃতিক তাপ ও স্বাভাবিক তাপ।			
15	কিছু বস্তু তার উপাদানের কারণে অন্য বস্তুগুলির তুলনায় ঠান্ডা হয়, যেমন মেঝের টালি ও ধাতু।			
16	যখন একই তাপমাত্রার দু'কাপ ঠান্ডা জল মেশানো হয়, তখন সেই জল দ্বিগুণ বেশি ঠান্ডা হবে।			
17	তাপ পরিমাপ করার জন্য থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়।			
18	0 °C তাপমাত্রার বরফযুক্ত জলে আরো বরফ যোগ করা হলে, তার তাপমাত্রা আরো কমে যাবে।			

সম্পদ 2: অগ্রগতি ও কার্যসম্পাদনের মূল্যায়ন

শিক্ষার্থীদের শিক্ষণের মূল্যায়ন করার দুটি উদ্দেশ্য থাকতে পারে:

- **পর্যায়ক্রমিক মূল্যায়ন** নির্দিষ্ট সময়কালের বিচার করে এবং ইতিমধ্যেই কী শেখা হয়েছে সে বিষয়ে বিবেচনা করে। সাধারণত গ্রেড দিয়ে অভীক্ষার মাধ্যমে এটা পরিচালিত হয়, যা শিক্ষার্থীদের সেই অভীক্ষার প্রশ্নগুলোর ওপর সাফল্য সম্পর্কে জানায়। এটা ফলাফলের রিপোর্ট প্রস্তুত করতেও সাহায্য করে।
- **প্রস্তুতিকালীন মূল্যায়ন** (অথবা শেখার জন্য মূল্যায়ন) অনেক আলাদা। এর প্রকৃতি হল অ-প্রথাগত ও নির্ণয়মূলক। শিক্ষকরা তাঁদের শিক্ষণ প্রক্রিয়ার অংশ হিসাবে এটা ব্যবহার করেন, উদাহরণস্বরূপ, শিক্ষার্থীরা কোন কিছু বুঝেছে কিনা পরীক্ষা করার জন্য প্রশ্ন করা। তারপর পরবর্তী শিখন অভিজ্ঞতাকে পরিবর্তিত করতে এই মূল্যায়নের ফলাফল কাজে লাগানো হয়। নিরীক্ষণ এবং মতামত গঠনমূলক মূল্যায়নের অংশ।

গঠনমূলক মূল্যায়ন শিখনকে উন্নত করে কারণ শেখার জন্য প্রত্যেক শিক্ষার্থীকে অবশ্যই:

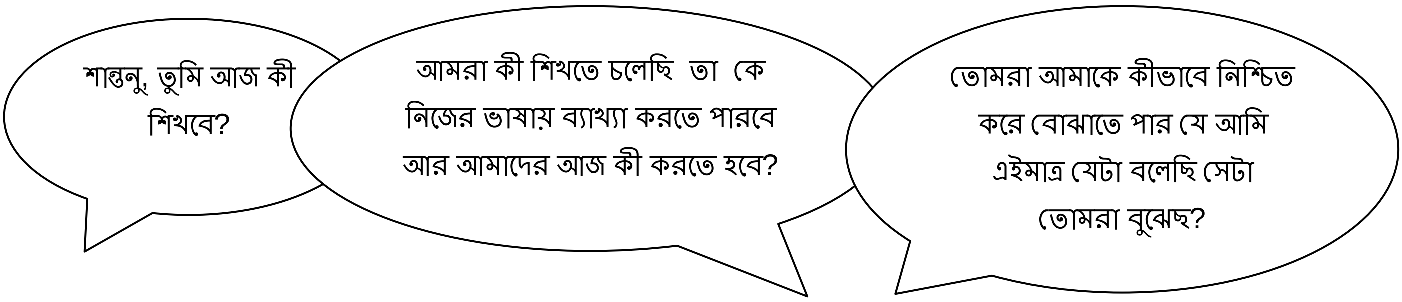
- তারা কী শিখবে বলে আশা করা হয় তা বুঝতে হবে
- সেই শিখনের কোন অবস্থায় তারা আছে জানতে হবে
- বুঝতে হবে তারা কীভাবে উন্নতি করতে পারে (কী পড়তে হবে এবং কীভাবে পড়তে হবে)
- যখন তারা আশানুরূপ লক্ষ্য ও ফলাফলে পৌঁছবে তা জানবে।

আপনি যদি প্রত্যেক পাঠের ক্ষেত্রে ওপরের চারটে পয়েন্টে নজর দেন তবে শিক্ষক হিসাবে আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে সেরা ফল পাবেন। এইভাবে নির্দেশের আগে, চলাকালীন এবং পরে মূল্যায়ন হতে পারে।

- **আগে:** পঠন-পাঠন শুরু হওয়ার আগে মূল্যায়ন আপনাকে শনাক্ত করতে সাহায্য করে শিক্ষার্থীরা কী জানে এবং নির্দেশের আগেই কী করতে পারে। এটা ভিত্তিরেখা নির্দিষ্ট করে এবং আপনার শিক্ষনের পরিকল্পনা করার জন্য আপনাকে একটা শুরুর ধারনা দেয়। আপনার শিক্ষার্থীরা কী জানে সে সম্পর্কে আপনার বোধকে উন্নত করলে শিক্ষার্থীরা ইতিমধ্যেই দক্ষ এমন কোন বিষয়ে আবার পঠন-পাঠন করালে বা সম্ভবত তাদের জানা বা বোঝা উচিৎ (কিন্তু এখনও জানে না) এমন কোনো বিষয় বাদ পড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা কমে যায়।
- **চলাকালীন:** শ্রেণিকক্ষে শিক্ষন চলাকালীন শিক্ষার্থীরা শিখছে কিনা এবং উন্নতি করছে কিনা দেখার জন্য মূল্যায়ন। আপনার শিক্ষন পদ্ধতি, সম্পদ এবং অ্যাক্টিভিটির সমন্বয়সাধন করতে এটি সাহায্য করবে। শিক্ষার্থী কাঙ্খিত লক্ষের দিকে কেমন অগ্রগতি করছে এবং আপনার শিক্ষন কতটা সফল তা বোঝার ক্ষেত্রে এটা আপনাকে সাহায্য করবে।
- **পরে:** শিক্ষনের পরের মূল্যায়ন নিশ্চিত করে যে শিক্ষার্থীরা কী শিখেছে এবং কে শিখেছে ও কার এখনও সহায়তা প্রয়োজন আপনাকে তা প্রদর্শন করে। এটা আপনার শিক্ষাদানের লক্ষ্যের কার্যকারিতা মূল্যায়ন করতে আপনাকে সাহায্য করে।

আগে: আপনার শিক্ষার্থীরা কী শিখবে সে সম্পর্কে স্পষ্ট হওয়া

শিক্ষার্থীরা কোন পাঠ বা ক্রম পাঠগুলিতে অবশ্যই কী শিখবে আপনি তা ঠিক করলে, আপনার উচিৎ এটা তাদের সাথে শেয়ার করা। আপনি শিক্ষার্থীদের কী করতে বলছেন আর তার থেকে তারা কী শিখবে বলে আশা করা হচ্ছে এটাকে সতর্কভাবে পৃথক করুন। একটা মুক্ত(Open Ended)প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করুন যা আপনাকে মূল্যায়ন করার সুযোগ দেবে যে তারা প্রকৃতই বুঝেছে কিনা। উদাহরণস্বরূপ:



শিক্ষার্থীদের উত্তর দেওয়ার আগে ভাবার জন্য কিছু সময় দিন, অথবা শিক্ষার্থীদের প্রথমে জুটিতে বা ছোট দলে তাদের উত্তরগুলো আলোচনা করে নেওয়ার জন্য বলতে পারেন। তারা আপনাকে তাদের উত্তর বলার সময়, আপনি জানতে পারবেন তাদের কী শিখতে হবে তারা বুঝতে পারছে কিনা।

আগে: শিক্ষার্থীরা তাদের শেখার কোন স্থানে রয়েছে তা জানা

আপনার শিক্ষার্থীদের উন্নতিতে সাহায্য করার জন্য, আপনাকে ও তাদের উভয়কেই জানতে হবে তাদের বোধগম্যতার বর্তমান অবস্থাটা কী। একবার অভীষ্ট শিখন ফলাফল বা লক্ষ্য শেয়ার করার পরে আপনি যা করতে পারেন:

- তারা ইতিমধ্যেই বিষয়টা সম্পর্কে যা জানে তার মানসচিত্র বা তালিকা তৈরী করার জন্য শিক্ষার্থীদের জুটিতে কাজ করতে বলুন, এটা সম্পূর্ণ করার জন্য তাদের যথেষ্ট সময় দিন কিন্তু যাদের ধারণা কম তাদের খুব বেশি সময় দেবেন না। তারপর আপনার মানসচিত্র বা তালিকাগুলো পর্যালোচনা করে দেখা উচিৎ।
- গুরুত্বপূর্ণ শব্দভাণ্ডার বোর্ডে লিখুন এবং প্রত্যেক শব্দ সম্পর্কে তারা কী জানে বলার জন্য স্বেচ্ছাসেবকদের ডাকুন। তারপর ক্লাসের বাকিদের বলুন শব্দটা বুঝলে তারা যেন বুড়ো-আঙুল তোলে, খুব কম জানলে বা কিছুই না জানলে বুড়ো-আঙুল নিচের দিকে রাখে, এবং কিছু জানলে আঙুল সমান্তরাল রাখে।

কোথা থেকে শুরু করতে হবে তা জানার অর্থ আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের জন্য প্রাসঙ্গিক ও গঠনমূলক পাঠ পরিকল্পনা করতে পারেন। আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা ভালভাবে শিখছে তা মূল্যায়ন করতে পারাও গুরুত্বপূর্ণ যাতে আপনি এবং তারা উভয়েই জানেন যে তারপর তাদের কী শিখতে হবে। আপনার শিক্ষার্থীদের শেখার দায়িত্ব নিজেদের ওপর নেওয়ার সুযোগ করে দেওয়া তাদের জীবন-ব্যাপী শিক্ষার্থী হওয়ার ক্ষেত্রে সাহায্য করবে।

চলাকালীন: শিক্ষার্থীদের শেখার উন্নতি নিশ্চিত করা

আপনার শিক্ষার্থীদের সাম্প্রতিক অগ্রগতির ব্যাপারে কথা বলা সময় নিশ্চিত করুন যাতে আপনার মতামত তাদের কাছে উপযোগী ও গঠনমূলক হয়। এইভাবে তা করুন:

- শিক্ষার্থীদের শক্তির/ সাবলীল জায়গাগুলো এবং তারা কীভাবে পরে উন্নতি করতে পারে তা তাদের জানতে সাহায্য করে
- কিসে/ কোনক্ষেত্রে আরও উন্নতি করতে হবে সে সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা তৈরী করে

- তারা কীভাবে তাদের শেখার বিকাশ ঘটাতে পারে সে সম্পর্কে ইতিবাচক হয়ে, তারা উপদেশ বোঝে কিনা এবং তা ব্যবহার করতে সক্ষম মনে করে কিনা তাও পরীক্ষা করে।

আপনাকে শিক্ষার্থীদের শিখন উন্নত করার জন্যও সুযোগ করে দিতে হবে। এর অর্থ হল আপনার শিক্ষার্থীরা এখন তাদের শেখার যে অবস্থানে আছে এবং আপনি তাদের যে অবস্থানে নিয়ে যেতে চান তার মাঝের ঘাটতি পূরণ করতে আপনাকে আপনার পাঠ পরিকল্পনা পরিবর্তন করতে হতে পারে। এর জন্য আপনাকে যা করতে হতে পারে:

- এমন কিছু কাজে ফিরে যাওয়া যা তারা ইতিমধ্যেই জানে বলে আপনি মনে করেন
- শিক্ষার্থীদের প্রয়োজন অনুসারে দলে ভাগ করা, আর তাদের ভিন্ন ভিন্ন কাজ দেওয়া
- অনেকগুলো সম্পদের মধ্যে কোনটা তাদের অধ্যয়ন করা দরকার সে ব্যাপারে শিক্ষার্থীদের নিজেদের সিদ্ধান্ত নিতে দেওয়া যাতে তারা 'নিজেদের ঘাটতি পূরণ করতে পারে'
- 'সহজ বোধ্য বা সহজসাধ্য, উচ্চ চ্যালেঞ্জপূর্ণ' কাজ ব্যবহার করুন যাতে সব শিক্ষার্থীর পক্ষে অগ্রগতি করা সম্ভব হয় – এগুলো এমনভাবে সাজান হয় যাতে সব শিক্ষার্থী কাজটা শুরু করতে পারে কিন্তু অধিকতর সক্ষমদেরও সীমাবদ্ধ করে দেওয়া হয় না এবং তাদের শিখনের সম্প্রসারণ ঘটাতে পারে।

বেশিরভাগ সময়েই পাঠের গতি কমিয়ে দিয়ে আপনি শেখার গতি বাড়াতে পারেন কারণ আপনি শিক্ষার্থীদের এটা ভাবা এবং বোঝার সময় ও ভরসা দেন যে উন্নতি করার জন্য তাদের কী করতে হবে। শিক্ষার্থীদের নিজেদের মধ্যে তাদের কাজ সম্পর্কে কথা বলতে দেওয়া, এবং তাদের ঘাটতিগুলো কোথায় ও কীভাবে তারা সেগুলো পূরণ করতে পারে তা প্রকাশ করার সুযোগ দেওয়ার মাধ্যমে, আপনি তাদের নিজেদের মূল্যায়ন করার উপায় দেখান।

পরে: প্রমাণ সংগ্রহ করা ও ব্যাখ্যা করা, এবং অগ্রবর্তী পরিকল্পনা করা

শিক্ষন ও শিখন চলার সময় এবং কোন ক্লাসঘরের কাজ বা বাড়ির কাজ ঠিক করার পরে, গুরুত্বপূর্ণ হল:

- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা ভাল করছে তা দেখা
- পরবর্তী পাঠে আপনার পরিকল্পনার সুবিধার জন্য এটা ব্যবহার করা
- এটাকে মতামত সহ শিক্ষার্থীদের কাছে ফিরিয়ে দেওয়া।

মূল্যায়নের তিনটি মূল দশা নিচে আলোচিত হয়েছে।

তথ্য বা প্রমাণ সংগ্রহ করা

প্রত্যেক শিক্ষার্থী ভিন্নরূপে, তাদের নিজস্ব গতিতে ও রীতিতে, স্কুলের ভেতরে এবং বাইরে শেখে। সুতরাং, শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন করার সময় আপনাকে দুটো কাজ করতে হবে:

- বিভিন্ন উৎস থেকে তথ্য সংগ্রহ করুন - আপনার নিজস্ব অভিজ্ঞতা, শিক্ষার্থী, অন্যান্য শিক্ষার্থী, অন্যান্য শিক্ষক, পিতামাতা এবং কম্যুনিটির সদস্যদের নিকট থেকে।
- শিক্ষার্থীদের ব্যক্তিগতভাবে, জুটিতে এবং দলে মূল্যায়ন করুন, এবং স্ব-মূল্যায়ন চালু করুন। যেহেতু কোন একক পদ্ধতি আপনাকে সমস্ত তথ্য দিতে পারে না, তাই বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা গুরুত্বপূর্ণ। শিক্ষার্থীদের শিক্ষণ ও অগ্রগতি সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করার বিভিন্ন উপায় হল বিষয় ও থিমগুলো পর্যবেক্ষণ করা, শোনা, আলোচনা করা, এবং ক্লাসের ও বাড়ির লিখিত কাজের পর্যালোচনা করা।

তথ্য সংগ্রহ করে লিপিবদ্ধ করা

ভারতব্যাপী সমস্ত স্কুলে রেকর্ড রাখার সবথেকে সাধারণ রূপ হল রিপোর্ট কার্ডের ব্যবহার, কিন্তু এতে শিক্ষার্থীর শেখা বা আচরণের সমস্ত দিকগুলো নথিভূক্ত করার সুযোগ নাও থাকতে পারে। এটা করার কিছু সহজ উপায় আছে যা আপনি বিবেচনা করে দেখতে পারেন, যেমন:

- শিখন-শিক্ষণ চলার সময় আপনি যা দেখছেন তা কোন দিনলিপি/নোটবই/রেজিস্টারে নোট করে রাখা
- শিক্ষার্থীদের কাজের নমুনা রাখা (লিখিত, শিল্প, হস্তশিল্প, প্রকল্প, কবিতা, ইত্যাদি) একটা পোর্টফোলিওতে
- সমস্ত শিক্ষার্থীর প্রোফাইল তৈরী করা
- শিক্ষার্থীদের যেকোন অস্বাভাবিক ঘটনা, পরিবর্তন, সমস্যা, ক্ষমতা এবং শেখার প্রমাণ রাখা।

প্রমাণের ব্যাখ্যা করা

একবার তথ্য ও প্রমাণসমূহ সংগৃহীত ও নথিভুক্ত হয়ে গেলে, প্রত্যেক শিক্ষার্থী কীভাবে শিখছে এবং অগ্রগতি করছে সে সম্পর্কে বোধ গঠন করার জন্য এর ব্যাখ্যা করা গুরুত্বপূর্ণ। এজন্য সযত্ন অনুধ্যান ও বিশ্লেষণ প্রয়োজন। তারপর শিক্ষণ উন্নত করার জন্য আপনাকে আপনার প্রাপ্ত বিষয়গুলো নিয়ে কাজ করতে হবে, হতে পারে শিক্ষার্থীদের মতামত দেওয়ার মাধ্যমে অথবা নতুন নতুন সম্পদ বার করা, দলগুলোকে পুনর্গঠিত করা, অথবা শেখার বিশেষ কোন বিষয় পুনরায় করার মাধ্যমে।

উন্নতির পরিকল্পনা

পৃথকীকৃত শিখন কার্যক্রম স্থাপন করে যে শিক্ষার্থীদের বেশি সাহায্য প্রয়োজন তাদের দিকে মনোযোগ দেওয়া ও যারা বেশি অগ্রণী তাদের চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন করার মাধ্যমে মূল্যায়ন প্রত্যেক শিক্ষার্থীর জন্য অর্থপূর্ণ শিক্ষণের সুযোগ প্রদানে আপনাকে সাহায্য করতে পারে।

সম্পদ 3: নিরীক্ষণ করা ও মতামত দেওয়া

শিক্ষার্থীদের কর্মসম্পাদন ক্ষমতা উন্নত করার মধ্যে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে প্রতিনিয়ত তাদের নিরীক্ষণ ও সাড়া দেওয়া, যাতে তারা জানতে পারে যে তাদের কাছে কি আশা করা হচ্ছে এবং কাজ সম্পূর্ণ হওয়ার পর যাতে তারা শিক্ষকের বাহবা বা মতামত পায়। আপনার গঠনমূলক মতামতের মাধ্যমে তারা তাদের কর্মসম্পাদন ক্ষমতা উন্নত করতে পারে।

নিরীক্ষণ

কার্যকরী শিক্ষকগণ বেশিরভাগ সময় তাঁদের শিক্ষার্থীদের নিরীক্ষণ করেন। বেশিরভাগ শিক্ষক সাধারণত, তাঁদের শিক্ষার্থীরা শ্রেণিতে কী করে তা শুনে ও পর্যবেক্ষণ করে তাদের কাজ নিরীক্ষণ করেন। শিক্ষার্থীদের অগ্রগতি নিরীক্ষণ করা গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটা নিম্নলিখিত বিষয়গুলোতে তাদের সাহায্য করে:

- উচ্চতর গ্রেড অর্জন করতে
- তাদের কর্মসম্পাদন ক্ষমতা সম্পর্কে আরও সচেতন হতে এবং তাদের শেখার ক্ষেত্রে আরও দায়িত্বশীল হতে
- তাদের শেখার উন্নতি ঘটাতে
- রাজ্য ও স্থানীয় স্তরে পারদর্শিতার অভিক্ষাগুলোতে কৃতিত্বের পূর্বাভাস করতে।

এটা শিক্ষক হিসাবে আপনাকে আরও যে বিষয়গুলোতে সাহায্য করবে সেগুলো হলো:

- কখন একটি প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা হবে অথবা সংকেত প্রদান করতে হবে
- কখন প্রশংসা করতে হবে
- চ্যালেঞ্জ করা যাবে কিনা
- কেমন করে বিভিন্ন দলের শিক্ষার্থীদের একটি কাজের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করতে হবে
- ভুলগুলি সম্পর্কে কি করা হবে।

শিক্ষার্থীদের অগ্রগতির ওপর স্পষ্ট ও দ্রুত মতামত দেওয়া হলে তারা সব থেকে বেশি উন্নতি করে। নিরীক্ষণ কাজে লাগালে আপনাকে নিয়মিত মতামত দিতে, আপনার শিক্ষার্থীরা কেমন করছে এবং তাদের শেখাকে এগিয়ে নিয়ে যেতে তাদের আর কী কী করা উচিৎ তা তাদের জানাতে সক্ষম করবে।

আপনি যে চ্যালেঞ্জগুলোর সম্মুখীন হবেন তার একটা হল শেখার ক্ষেত্রে তাদের নিজস্ব লক্ষ্য নির্ধারণ করতে শিক্ষার্থীদের সাহায্য করা, যা আত্ম-নিরীক্ষণ নামেও পরিচিত। শিক্ষার্থী, বিশেষভাবে যারা সমস্যার সম্মুখীন থাকে, তারা নিজ শিখন বিষয়ে দায়িত্বশীল হতে অভ্যস্ত থাকে না। কিন্তু আপনি যেকোনো শিক্ষার্থীকে একটা প্রকল্পের জন্য নিজস্ব লক্ষ্য বা উদ্দেশ্য নির্ধারণ করতে, তাদের কাজের পরিকল্পনা করতে ও সময়সীমা ঠিক করতে, এবং তাদের অগ্রগতির আত্ম-নিরীক্ষণ করতে সাহায্য করতে পারেন। এই প্রক্রিয়ার অনুশীলন এবং আত্ম-নিরীক্ষণের দক্ষতা অর্জন তাদের বিদ্যালয়ে এমনকি সারা জীবন ধরে তাদের লাভ দেবে।

শিক্ষার্থীদের কথা শোনা ও তাদেরকে পর্যবেক্ষণ করা

বেশিরভাগ সময় শিক্ষার্থীদের কথা শোনা ও তাদেরকে পর্যবেক্ষণ করা শিক্ষকদের দ্বারা স্বাভাবিকভাবে হয়ে থাকে; এটা একটা সরল নিরীক্ষণ উপকরণ। উদাহরণস্বরূপ, আপনি:

- আপনার শিক্ষার্থীদের উচ্চস্বরে পড়তে শুনতে পারেন
- জুটিতে বা গ্রুপের কাজে আলোচনাগুলো শুনতে পারেন
- শিক্ষার্থীদের বাইরে বা শ্রেণিকক্ষে সম্পদ ব্যবহার পর্যবেক্ষণ করতে পারেন
- তাদের কাজ করার সময় গ্রুপগুলোর দৈহিক ভাষা পর্যবেক্ষণ করতে পারেন।

নিশ্চিত করুন যে আপনার সংগৃহীত পর্যবেক্ষণগুলো শিক্ষার্থীদের শেখা বা অগ্রগতির প্রকৃত প্রমাণ। একমাত্র যা আপনি দেখতে, শুনতে, যাচাই করতে বা গণনা করতে পারেন সেটা নথিবদ্ধ করুন।

শিক্ষার্থীরা কাজ করার সময়, সংক্ষিপ্ত পর্যবেক্ষণমূলক নোট নেওয়ার জন্য শ্রেণিকক্ষের মধ্যে ঘুরুন। কোন শিক্ষার্থীদের আরও বেশি সাহায্য প্রয়োজন তা রেকর্ড করতে এবং কোনও সম্ভাব্য ভুল বোঝাবুঝি নোট করতে আপনি একটা শ্রেণি তালিকা ব্যবহার করতে পারেন। সমগ্র শ্রেণিকে মতামত দিতে অথবা গ্রুপ বা ব্যক্তিদের প্ররোচিত করতে বা উৎসাহ দিতে আপনি এই পর্যবেক্ষণ ও নোটগুলো ব্যবহার করতে পারেন।

মতামত দান

মতামত হল এমন তথ্য যা কথিত লক্ষ্য অথবা আশা করা ফলাফলের পরিপ্রেক্ষিতে শিক্ষার্থী কেমন সম্পাদন করছে সে সম্পর্কে আপনি তাদের দেন। কার্যকরী মতামত শিক্ষার্থীকে প্রদান করে:

- যা ঘটেছে সে সম্পর্কে তথ্য
- কাজ বা দায়িত্ব কতটা ভালভাবে সম্পাদিত হয়েছে তার একটা মূল্যায়ন
- তাদের কর্মসম্পাদন ক্ষমতা কীভাবে উন্নত করা যায় তার নির্দেশিকা।

আপনি যখন প্রতিটি শিক্ষার্থীকে মতামত দেন, তখন তা অবশ্যই তাদেরকে নিচের বিষয়বস্তুগুলো জানতে সাহায্য করে।

- তারা প্রকৃতপক্ষে কী করতে পারে
- তারা এখনও কী করতে পারে না
- তাদের কাজ অন্যদের কাজের তুলনায় কেমন
- তারা কীভাবে উন্নতি করতে পারে।

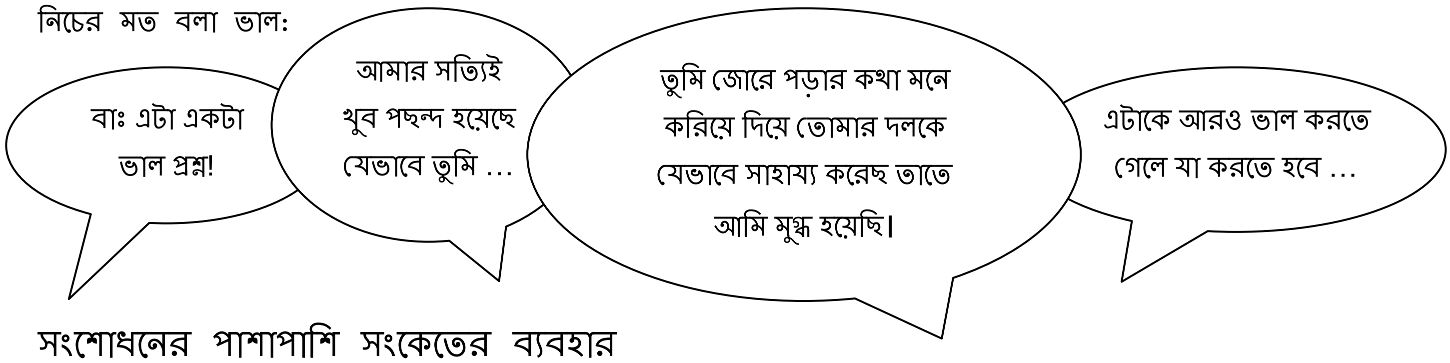
স্মরণে রাখা গুরুত্বপূর্ণ যে কার্যকরী মতামত শিক্ষার্থীদের সাহায্য করে। আপনার মতামত অস্পষ্ট বা অন্যায্য বলে শিক্ষার্থীর শেখা বাধাপ্রাপ্ত হোক তা আপনি চান না। কার্যকরী মতামত হল:

- গৃহীত কাজের উপর এবং শিক্ষার্থীর প্রয়োজনীয় শেখাকে **লক্ষ্য রেখে করা হয়**
- **স্পষ্ট ও সঠিক**, শিক্ষার্থীদের শেখার কোনটা ভাল আর কোথায় উন্নতি করা দরকার তা তাদের বলা
- **কার্যে পরিণত করতে সক্ষম**, শিক্ষার্থীকে এমন কিছু করতে বলা যেটা তারা করতে পারে
- উপযুক্ত ভাষায় প্রদত্ত যা শিক্ষার্থীরা বুঝতে পারে
- উপযুক্ত সময়ে প্রদত্ত – এটা বেশি তাড়াতাড়ি দেওয়া হলে, শিক্ষার্থী ভাববে 'আমি তো সেটাই করতে যাচ্ছিলাম!'; বেশি দেরি হলে, শিক্ষার্থীর দৃষ্টি অন্যদিকে নিবদ্ধ হতে পারে এবং তাদের যা বলা হবে, তারা ফিরে গিয়ে সেটা করতে চাইবে না।

মতামত মুখেই বলা হোক বা শিক্ষার্থীর খাতায় লেখা থাক, নিম্নলিখিত নির্দেশিকা অনুসরণ করলে এটা আরও কার্যকরী হবে।

প্রশংসা এবং ইতিবাচক ভাষা ব্যবহার

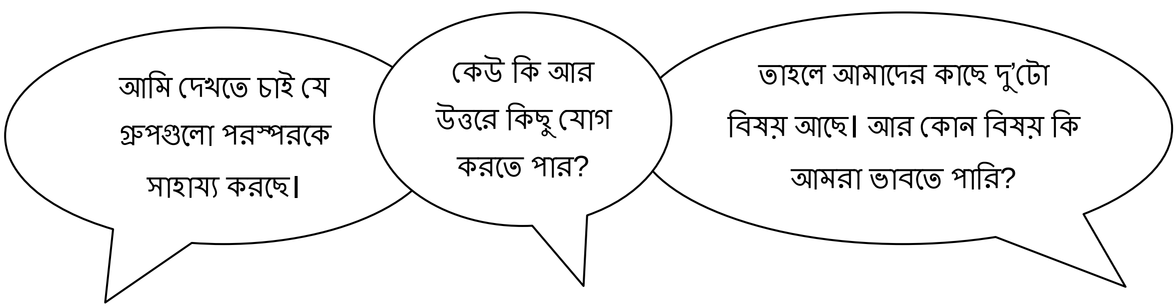
আমাদের যখন প্রশংসা করা হয় ও উৎসাহ দেওয়া হয়, তা সাধারণত আমাদের যখন সমালোচনা করা হয় বা সংশোধন করা হয় তার থেকে অনেক বেশি ভাল লাগে। উৎসাহ দান ও ইতিবাচক ভাষা পুরো শ্রেণি এবং সব বয়সের ব্যক্তিদের জন্য প্রেরণাদায়ক। মনে রাখবেন যে প্রশংসা যেন অবশ্যই নির্দিষ্ট এবং যে কাজ করা হয়েছে তার ওপর হয়, শিক্ষার্থীদের নিজেদের সম্পর্কে নয়, তা না হলে এটা শিক্ষার্থীদের অগ্রগতিতে সাহায্য করবে না। 'শাবাশ' বলাটা নির্দিষ্ট নয়, তাই নিচের মত বলা ভাল:



সংশোধনের পাশাপাশি সংকেতের ব্যবহার

আপনার শিক্ষার্থীদের সঙ্গে আপনার সংলাপ তাদের শেখায় সাহায্য করে। আপনি যদি তাদের বলেন কোনো উত্তর ভুল এবং সেখানেই কথা শেষ করে দেন, তাহলে তাদের ভাবতে দেওয়ার এবং নিজেদের চেষ্টা করতে দেওয়ার সুযোগ হারান। আপনি যদি শিক্ষার্থীদের কোন ইঙ্গিত দেন অথবা তাদের আরও কোন প্রশ্ন করেন, তবে আপনি তাদের আরও গভীরভাবে ভাবতে সাহায্য করেন এবং উত্তর খোঁজার এবং নিজেদের শেখার দায়িত্ব নিতে তাদের উৎসাহ দেন। উদাহরণস্বরূপ, এই ধরনের কথা বলে আপনি আরও ভাল উত্তর দিতে বা একটা সমস্যা ভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে দেখতে উৎসাহ দিতে পারেন:

অন্যান্য শিক্ষার্থীদেরকে পরস্পরকে সাহায্য করতে উৎসাহ দেওয়া যথাযথ হতে পারে। এরকম মন্তব্য সহ আপনি আপনার প্রশ্নগুলো শ্রেণির বাকিদের সামনে রেখে এটা করতে পারেন যেমন:



বানান বা সংখ্যার অনুশীলনের মত কাজগুলোর ক্ষেত্রে 'হ্যাঁ' বা 'না' দিয়ে শিক্ষার্থীদের সংশোধন করা যথাযথ হতে পারে, কিন্তু এখানেও আপনি শিক্ষার্থীদের উত্তরের মধ্যে উদ্ভূত প্যাটার্ন দেখতে উৎসাহিত করতে পারেন, একই রকম উত্তরগুলোর মধ্যে সংযোগ করে দেখাতে পারেন অথবা নির্দিষ্ট কোন উত্তর ভুল কেন সে সম্পর্কে আলোচনা শুরু করতে পারেন।

স্ব–সংশোধন এবং সমকক্ষের সংশোধন কার্যকরী এবং জুটিতে কাজ করার সময় শিক্ষার্থীদের নিজস্ব ও পরস্পরের কাজ পরীক্ষা করতে বলে আপনি এতে উৎসাহিত করতে পারেন। যাতে খুব বেশি বিভ্রান্তিকর তথ্য না আসে তাই একবারে একটা দিক সংশোধন করার ওপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করা সবথেকে ভাল।

সম্পদ 4: ধারণা বিকশিত করা

বিকল্প ভ্রান্ত ধারণাগুলিকে পরিবর্তন করা কঠিন হতে পারে এবং এগুলি বিজ্ঞানের অর্থবহ শিক্ষালাভে বাধা হতে পারে। সুতরাং আপনাকে এমনভাবে পড়াতে হবে যা আপনার শিক্ষার্থীদেরকে তাদের 'ত্রুটিপূর্ণ' ধারণাগুলিকে পুনর্গঠন করতে এবং তাদের ধারণাগত উপলব্ধিকে পরিবর্তন করতে সাহায্য করবে। স্যাংগার ও গ্রীনবাও (2000) বর্ণনা করেছিলেন যে ধারণাগত পরিবর্তনের জন্য 'বিদ্যমান ভ্রান্ত ধারণাগুলির পুনর্বিন্যাস, পুনঃসংগঠন ও প্রতিস্থাপন করা প্রয়োজন হয়, যাতে নতুন ধারণাগুলিকে স্থান দেওয়া যায়' (2000, পৃষ্ঠা. 522)।

শুধুই বিদ্যমান ধারণা ও তত্ত্বগুলির সঙ্গে নতুন তথ্য যোগ করার সহজ ঘটনাই শিক্ষা নয়। বিদ্যমান ধারণাগুলিকে ভেঙে ফেলা এবং সেগুলিকে প্রতিস্থাপিত করার জন্য নতুন ধারণাগুলি গড়ে তোলার প্রয়োজন হতে পারে। এটি বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে বিশেষভাবে প্রযোজ্য। ভসনিয়াদু ও সঙ্গীরা (2001) নির্দেশ করেছেন যে ভৌত ঘটনাবলীর বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা প্রায় ক্ষেত্রেই অন্তর্জ্ঞানলব্ধ নয় এবং আমাদের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতার বিপরীত হয়ে থাকে।

শিক্ষকরা কীভাবে শিক্ষার্থীদের বিজ্ঞানসম্মত ধারণা গড়ে তুলতে পারেন এবং তাদের বিকল্প ধারণাগুলিকে পরিবর্তন করতে পারেন, সেই বিষয়ে প্রচুর পরিমাণ গবেষণামূলক সাহিত্য আছে। তাদেরকে শুধুমাত্র কথার মাধ্যমে তথ্য দেওয়া হলে, তা অনেক ক্ষেত্রেই অসফল হয়। শিক্ষার্থীদের বিকল্প ধারণাগুলি তাদের নতুন ধারণা শেখায় বাধা দেয়, এবং এর ফলস্বরূপ তারা সেগুলিকে প্রত্যাখ্যান করতে পারে। আপনি যে সব প্রধান পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করতে পারেন তার কয়েকটি নিচে তালিকাবদ্ধ করা হয়েছে।

1. আপনি যখন এমন কোনো প্রমাণের সম্মুখীন হন যা আপনার বিদ্যমান ধারণাগুলির সঙ্গে সংঘাত সৃষ্টি করে এবং সেগুলির ব্যাপারে সন্দেহ তৈরি করে, তখন **ধারণাগত দ্বন্দ্ব** ঘটে। উদাহরণস্বরূপ, আপনি যদি বিশ্বাস করেন যে, জল যদি এমন কি 0 °C এ থাকে তবুও, বরফ জলকে আরো ঠান্ডা করে দেয়, তাহলে তা আপনার ধারণার সঙ্গে দ্বন্দ্ব তৈরি করবে এমন প্রমাণ দেওয়া খুবই সহজ। আপনাকে ধারণাগত দ্বন্দ্বের ঘটনাগুলিকে সতর্কভাবে ব্যবহার করতে হবে। ধারণাগুলির ব্যাপারে অসন্তোষ তৈরি করে এমন সংঘাতপূর্ণ প্রমাণ দেওয়া তুলনামূলক ভাবে সহজ হতে পারে। তবে শিক্ষার্থীকে যদি বিভ্রান্ত করতে না চান এবং তাদের পূর্বের ধারণাগুলিতে ফিরে যেতে দিতে না চান, তাহলে এই ধারণাগুলির স্থান নেওয়ার জন্য অন্য কিছু প্রয়োজন। তাই আপনাকে একটি উন্নততর, বিশ্বাসযোগ্য ব্যাখ্যা বা তত্ত্ব পেশ করতে হবে, যা শিক্ষার্থীর কাছে বোধগম্য এবং অর্থবহ হবে।
2. নতুন ধারণাগুলি পেশ করার সময় **উপমা এবং মডেল** উপযোগী হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, জলকে যখন গরম করা ও ঠান্ডা করা হয়, তখন তার কণাগুলির মডেল হিসেবে আপনি শিক্ষার্থীদেরকেই কাজে লাগাতে পারেন।
3. **আলোচনার সময়কাল** যুক্তি দেয় যে শেখা কোনো ব্যক্তিগত অ্যাক্টিভিটি নয়, বরং একটি সামাজিক অ্যাক্টিভিটি। আলোচনার মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা তাদের নিজেদের বিশ্বাসগুলিকে অন্যদের সঙ্গে তুলনা করতে পারে। আলোচনা শিক্ষার্থীদেরকে

প্রশ্ন উত্থাপন করা এবং নতুন ধারণাগুলির জন্য সমর্থনকারী প্রমাণের মূল্য বিবেচনা করার সুযোগ দেয়। আলোচনা শিক্ষার্থীদেরকে ধারণাগত দ্বন্দ্বের অভিজ্ঞতা ও নতুন ধারণাগুলির অর্থ অনুধাবনে সাহায্য করে। যদিও আলোচনা করা একটি সময়সাপেক্ষ ব্যাপার, তবে অর্থবহ শিক্ষা অর্জনের জন্য এগুলি অত্যাবশ্যক।

4. **বিজ্ঞানের ইতিহাস।** আপনার শিক্ষার্থীরা বিজ্ঞানকে কঠিন বলে মনে করতে পারে, এবং এটিকে 'বুদ্ধিমান' মানুষদের জন্য মনে করতে পারে। অতীতে কিছু অত্যন্ত চতুর বিজ্ঞানীরাও তাদের নিজেদের ধারণাগুলির সদৃশ ধারণায় বিশ্বাস করেছিলেন, এই তথ্যটি প্রায়ই বিস্ময়কর তথ্য ফাঁস করার মত শোনায়। অনেক লেখক ধারণাগত পরিবর্তনের জন্য পড়ানোর সময় গল্প বলার মত পন্থা ব্যবহার করার পরামর্শ দেন (ম্যাসন ও ভ্যাজকুয়েজ-আবাদ, 2006)। এর জন্য একটি বিজ্ঞানসম্মত ধারণার বিবর্তনের কাহিনীটি সময়ানুক্রমে বলতে হয়। এই ধরনের ধারণাগুলি প্রায়ই সরল থেকে জটিলে এবং অন্তর্জ্ঞানলব্ধ থেকে বিমূর্ত ধারণায় পরিবর্তিত হয়। অতীতের বিজ্ঞানীদের ধারণাগুলি খুঁটিয়ে দেখার মাধ্যমে, শিক্ষার্থীরা তাদের নিজেদের ধারণাগুলিকেও অপেক্ষাকৃত কম ভীতিপ্রদ ভাবে পরীক্ষা করতে পারে।

অতিরিক্ত সম্পদসমূহ

- Common misunderstandings students may hold about all topics in science, including heat and temperature: http://www.eskimo.com/%7Ebillb/miscon/opphys.html
- http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/class/sms-491-2008/week5/alt-conception.pdf
- http://www.hbcse.tifr.res.in/people/scientific/srp/topic-students23019-alternative-concepts-in-heat-and-thermodynamics

তথ্যসূত্র/গ্রন্থতালিকা

Masson, S. and Vázquez-Abad, J. (2006) 'Integrating history of science in science education through historical microworlds to promote conceptual change', *Journal of Science Education and Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 257–68.

Millar, R. (2000) 'Energy' in Sang, D. (ed.) *Teaching Secondary Physics*. London: John Murray.

Sanger, M.J. and Greenbowe, T.J. (2000) 'Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instructions including computer animations and conceptual change strategies', *International Journal of Science Education*, vol. 22, no. 5, pp. 521–37.

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. and Papademetriou, E. (2001) 'Designing learning environments to promote conceptual change in science', *Learning and Instruction*, vol. 11, no. 4, pp. 381–419.

কৃতজ্ঞতাস্বীকার

এই বিষয়বস্তু ক্রিয়েটিভ কমন্স অ্যাট্রিবিউশন – শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্স এর অধীনে উপলব্ধ (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/), যদি না অন্যভাবে চিহ্নিত হয়। লাইসেন্সটি টিইএসএস (TESS)-ইন্ডিয়ার, OU এবং UKAID লোগোগুলির ব্যবহার বহির্ভূত করে, যা শুধুমাত্র টিইএসএস (TESS)-ইন্ডিয়ার প্রকল্পের ক্ষেত্রেই অপরিবর্তিতভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

কপিরাইট স্বত্বাধিকারীদের সঙ্গে যোগাযোগ করার উদ্দেশ্যে সর্বতভাবে প্রচেষ্টা করা হয়েছে। যদি কোনোটি অনিচ্ছাকৃতভাবে নজর এড়িয়ে গিয়ে থাকে, তাহলে প্রকাশকরা প্রথম সুযোগেই সানন্দে প্রয়োজনীয় বন্দোবস্ত করবেন।

ভিডিও (ভিডিও স্টিল সহ): ভারত ব্যাপী শিক্ষকদের শিক্ষাদানকারী, প্রধান শিক্ষক, শিক্ষক ও ছাত্রছাত্রীদের ধন্যবাদ জানানো হচ্ছে, যারা প্রস্তুতির সময়ে ওপেন ইউনিভার্সিটির সঙ্গে কাজ করেছিলেন।