মাধ্যমিক গণিত

ভুল ধারণাগুলি থেকে শেখা: বীজগণিতিক রাশিগুলি

Learning from misconceptions: algebraic expressions

ভারতে বিদ্যালয় ভিত্তিক সহায়তার ভিত্তিতে শিক্ষকের জন্য শিক্ষা

www.TESS-India.edu.in

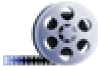
http://creativecommons.org/licenses/

TESS-ইন্ডিয়া (টিচার এডুকেশন থ্রু স্কুল বেসড সাপোর্ট) এর লক্ষ্য হল শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক, অংশগ্রহণমূলক প্রচেষ্টার উন্নতিতে শিক্ষকদের সহায়তা করতে ওপেন এডুকেশনাল রিসোর্সেস (OERs) এর সম্পদগুলির মাধ্যমে ভারতের প্রাথমিক এবং মাধ্যমিক শিক্ষকদের শ্রেণিকক্ষের পঠনসূচি উন্নত করা। TESS-ইন্ডিয়া OERs শিক্ষকদের বিদ্যালয়ের পাঠ্যবইয়ের সহায়ক বই সরবরাহ করে। এগুলি শিক্ষকদেরকে তাঁদের শিক্ষার্থীদের সঙ্গে শ্রেণিকক্ষে পরখ করে দেখার জন্য এ্যাক্টিভিটি প্রদান করে, আর একই সাথে 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 ক্লাসঘরের 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 রেণ 1.0 SM11v1
West Bengal

তৃতীয় পক্ষের উপা । গুলি বা অ ্থায় বর্ণিত । হলে এই সাম রীি একর্ি রয়েভি কম স অ্যাট্রিবিউশ -শেয়োরঅ্যালাইক লাইসেন্সের অ ীে 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

বীজগাণিতিক সংখ্যামালা (algebraic expression) হল 3x + 4-এর মতো গাণিতিক বাক্য। এগুলিতে কোনও সমান চিহ্ন (=) থাকে না যা সংখামালাকে বীজগাণিতিক সমীকরণ থেকে পৃথক করে। বীজগাণিতিক সংখ্যামালা গণিতের পাঠ্যক্রম এবং সামগ্রিক ভাবে গণিতে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। গণিতে এগিয়ে যেতে এবং ভাল করতে শিক্ষার্থীদের সংখ্যামালাগুলি পড়তে এবং লিখতে সক্ষম হতে হবে এবং গাণিতিক সংখ্যামালাগুলির ব্যবহার দক্ষতা অর্জন করতে হবে।

অনেক শিক্ষার্থীর কাছে বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলি শেখার ক্ষেত্রে সমস্যাটি হল কাজটি সম্পূর্ণ মুখস্থ করা এবং গাণিতিক পন্থাগুলি অনুশীলন করা। বীজগণিতের বৈশিষ্ট্য এবং সৌন্দর্য হল সাধারণত্ব প্রকাশ করা, চল (variable) এবং ধ্রুবকের (constant) মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করা এবং সম্ভাবনাকে একটি আনন্দদায়ক এবং সৃজনশীল পদ্ধতিতে পরীক্ষা করা। এগুলি প্রায়ই হারিয়ে যায়। বীজগণিতের সংখ্যামালাগুলি গণিতের ভাষা হিসাবে বিবেচিত হয়। ব্যক্তি, চিন্তাভাবনা, উপাদান ও কাঠামোগুলির মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। শিক্ষার্থীরা প্রায়শই তাদের বিদ্যালয়ের শিক্ষায় এই অভিজ্ঞতাটি পায় না। তাই বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলি শেখার উদ্দেশ্য বুঝতে পারে না। ফলে গণিত পরীক্ষায় পাশ করা ছাড়া কি ভাবে সেগুলো তাদের বাস্তব জীবনের সঙ্গে সম্পর্কিত সেটা বুঝতে পারে না।

এই ইউনিটটিতে প্রাসঙ্গিক বিষয়বস্তুর বিকাশ এবং ব্যবহার দ্বারা শিক্ষার্থীদের গাণিতিক সংখ্যামালাগুলির উদ্দেশ্য বুঝতে সাহায্য করা হবে। কিছু পৃথক পদ্ধতি অনুসন্ধান করা হবে। এটি প্রথমে বাস্তব জীবনের প্রসঙ্গে চল (variable) এবং ধ্রুবকগুলির (constant) ভূমিকা অনুসন্ধান করবে; তারপরে প্রতিস্থাপনের ক্ষমতা এবং সেটা কি ভাবে সৃজনশীল চিন্তাভাবনা ও ভুল ধারণাগুলি থেকে শিক্ষাগ্রহণ করাকে উদ্দীপিত করে সেটা দেখাবে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

আপনার নিজের শ্রেণিকক্ষের কথা চিন্তা করুন। বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলি শেখার সময় আপনার শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে কোনগুলি সমস্যা হয় বলে আপনি মনে করেন? এর কোন জিনিসটা তারা পছন্দ করে বলে আপনি মনে করেন? তারা কি অপছন্দ করে? কোন জিনিসটা অন্যরকম হলে তাদের ভালো লাগবে বলে আপনার মনে হয়?

তারপরে আপনি যখন বিদ্যালয়ে বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলি শিখছিলেন সেই সময়ের কথা চিন্তা করুন - আপনার কি মনে হত? এর মধ্যে কোনটি আপনার পছন্দের ছিল? এর মধ্যে কোনটি আপনার অপছন্দের ছিল? কোন জিনিসটা অন্যরকম হলে আপনার ভালো লাগতো?

এই ইউনিটে আপনি কী শিখতে পারেন

- চল এবং ধ্রুবকগুলির মধ্যে সম্পর্কগুলি শনাক্ত করতে শিক্ষার্থীদের কীভাবে সাহায্য করা যায়।
- শিক্ষার্থীদের বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলিতে উদ্দেশ্য বুঝতে সাহায্য করার জন্য প্রাসঙ্গিক বিষয়বস্তুর ব্যবহার এবং বিকাশ করা সম্পর্কে কয়েকটি ধারণা।
- ভুল ধারণাগুলি প্রকাশ করা এবং সেগুলি শিক্ষণের উপকরণ হিসাবে ব্যবহার করা সম্পর্কে কিছু ধারণা।

এই ইউনিটটির শিখন সম্পদ 1-এ বর্ণিত NCF (2005) ও NCFTE (2009) শিক্ষাদানের আবশ্যকতাগুলির সাথে যুক্ত।

1 বাস্তব-জীবনের প্রসঙ্গে চল (variables) এবং ধ্রুবকগুলি (constants)

এশিয়ার কম্পিউটার এবং সম্পর্কিত সরঞ্জামের বৃহত্তম বাজার, দিল্লীর নেহরু প্লেস সর্বদা ভিড়ে ভরা থাকে। কাজের সময়ে সেখানকার পরিবেশ অত্যন্ত কর্মচঞ্চল থাকে। সবকিছুই ফেরিওয়ালা থেকে গাড়ি পার্ক করার জায়গা বা কোনও দোকানে প্রয়োজনীয় কর্মীর সংখ্যা সবই সকাল থেকে সন্ধ্যা অবধি দ্রুত পরিবেশের পরিবর্তন দ্বারা প্রভাবিত হয় (চিত্র 1)। পরিবেশের এই পরিবর্তনটিকে গতিশীলতা (dynamics) বলা হয়।

চিত্র 1 বাস্তব জীবনে গতিশীলতা: নেহরু প্লেস, দিল্লী যখন শান্ত (বাঁদিকে) এবং ব্যস্ত (ডানদিকে)

গণিতজ্ঞরা এই গতিশীলতাগুলির পূর্বানুমান এবং বর্ণনা করার জন্য মডেল তৈরি করেন। এই মডেল ব্যবহার করে নগরের পরিকল্পনাকারী, স্থানীয় নীতি নির্ধারণকারী এবং আইন বলবৎকারীগণ বিভিন্ন সময়ে কিসের প্রয়োজন কত হতে পারে তার পূর্বাভাস করতে পারেন। যেমন শ্রমিকের সংখ্যা, সম্পদ, সহায়ক কাঠামো প্রভৃতি।

এই গাণিতিক মডেলিং-এ কোনটি চল (সাংখ্যিক পরিমাণ যার পরিবর্তন হয়) এবং কোনটি ধ্রুবক (যে পরিমাণগুলি একই থাকবে) সেটা নির্ধারণ করার উপর নির্ভর করে। অ্যাক্টিভিটি 1 এ নাগরিক জীবন থেকে একটি উদাহরণ ব্যবহার করে আপনার শিক্ষার্থীদের এটি শেখানোর একটি উপায় উপস্থাপন করে। (যদি আপনার শিক্ষার্থীরা নেহরু প্লেস বা এই ধরণের পরিবেশের সাথে অপরিচিত হয় তবে আপনি এই উদাহরণটি পরিবর্তন করে তাদের জানা কোনও প্রসঙ্গ ব্যবহার করতে পারেন।) পরের ধাপটি হল কোন চলগুলি সংযুক্ত এবং কি ভাবে সংযুক্ত সেটা স্থির করা এবং অ্যাক্টিভিটি 2 থেকে আপনি কি ভাবে এটি আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে করতে পারেন সেটার একটি ধারণা পাবেন।

অ্যাক্টিভিটি 1 এবং 2-এ আপনি ও আপনার শিক্ষার্থীরা কি ভাবে এ জাতীয় মডেলের একটি সহজ সংস্করণ তৈরি করা যায় সে সম্পর্কে চিন্তা করবেন; লক্ষ্য করুন যে এর কোনও একটি মাত্র সঠিক বা ভুল উত্তর নেই। এই কাজগুলি জুটি বেঁধে বা ছোট ছোট দলে করলে শিক্ষার্থীদের জন্য সবচেয়ে বেশি কাজে দেয় কারণ এর ফলে আরও বেশি ধারণা তৈরি হয়। শিক্ষার্থীরা যখন আটকে যায় তখন একে অপরকে সাহায্য করতে পারে।

আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে এই ইউনিটে এ্যাক্টিভিটিগুলি ব্যবহার করার প্রয়াসের আগে নিজেই সমস্ত এ্যাক্টিভিটি সম্পুর্ন (বা কমপক্ষে আংশিক) চর্চা করে নেওয়া ভাল। কোনও সহকর্মীর সাথে চেষ্টা করে দেখলে   তা আরও ভাল হবে।
কারণ এটি অভিজ্ঞতার প্রতিফলনের ক্ষেত্রে সহায়ক হবে। এ্যাক্টিভিটিগুলি নিজেই চেষ্টা করার অর্থ হল, আপনি শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতার অন্তর্দৃষ্টি পাচ্ছেন, যা আপনার শিক্ষাদান এবং শিক্ষক হিসাবে আপনার অভিজ্ঞতাকে প্রভাবিত করতে পারে। আপনি প্রস্তুত হলে এ্যাক্টিভিটি

শুরু করে দেখুন। পাঠ্যক্রমটির শেষে, এ্যাক্টিভিটিটি যে উপায়ে করা হয়েছে এবং যা শেখা হয়েছে সেটি সম্পর্কে চিন্তা করুন। এটি আপনাকে আরও শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক শিক্ষাদানের পরিবেশ তৈরি করতে সহায়তা করবে।

অ্যাক্টিভিটি 1: ধ্রুবক এবং চলগুলি শনাক্ত করা

আপনার শিক্ষার্থীদের নিচের বিষয়গুলো বলুন:

- মনে করো তুমি একজন গণিতজ্ঞ এবং তুমি দিল্লীর নেহরু প্লেসের গতিশীলতাটির বর্ণনা করতে গাণিতিক মডেল তৈরি করার কাজ করছ। তোমাকে প্রথমে নেহরু প্লেসে ভূমিকা আছে এমন সমস্ত চল (পরিবর্তনশীল পরিমাণগুলি) এবং ধ্রুবকগুলি (যে পরিমাণগুলি একই থাকে) শনাক্ত করতে হবে।
- এই পরিস্থিতির সমস্ত 'অংশ গ্রহণকারী' বা 'উপাদানগুলি' র একটি তালিকা তৈরি করো। কয়েকটি উদাহরণ গাড়ি পার্ক করার জায়গা, ফেরিওয়ালা বা প্রথম তলে দোকানের সংখ্যা।

শিক্ষার্থীদের দেওয়া ধারণা নিয়ে নীচের তালিকাটি লিখুন:

এগুলির সংখ্যা:

- অঞ্চলটির নিরাপত্তার দায়িত্বে যুক্ত কর্মী সংখ্যা।
- গাড়ি পার্ক করার স্থানের সংখ্যা।
- কমপ্লেক্সটির নাগরিক স্বাচ্ছন্দ্য বজায় রাখার দায়িত্ব প্রাপ্ত কর্মী সংখ্যা আছেন
- পার্কিং-এর স্থানের সহায়কগণের সংখ্যা।
- ফেরিওয়ালা সংখ্যা।
- চলমান সিঁড়ি সংখ্যা।
- প্রথম তলের দোকান সংখ্যা।
- এক তলার রেস্তোরাঁর সংখ্যা।
- ল্যাপটপ কিনতে আসা লোকের সংখ্যা।

তারপরে আপনার শিক্ষার্থীদের বলুন:

তালিকাটিতে এই প্রসঙ্গে 'অংশ গ্রহণকারী' বা 'উপাদানগুলি' র আরও কিছু উদাহরণ আছে। তালিকাটি এবং তোমার নিজের উদাহরণগুলির মধ্যে কোনগুলি চল (পরিবর্তন হতে পারে এমন পরিমাণ) এবং কোনগুলি ধ্রুবক (স্থির থাকে এমন পরিমাণ) নির্ধারণ করো। এগুলির মধ্যে কোনোটি কি উভয়ই হতে পারে? যদি হয় তবে সেটা কিসের উপর নির্ভর করে?

অ্যাক্টিভিটি 1 এ শিক্ষার্থীদের নেহরু প্লেসের চল এবং ধ্রুবকগুলি শনাক্ত করতে বলে। একটি গাণিতিক মডেল তৈরি করার জন্য শিক্ষার্থীদের এখন এই ধ্রুবক ও চলগুলি কীভাবে পরস্পরের উপর প্রভাব ফেলে এবং একে অন্যের সাথে সম্পর্কিত সেটা শিক্ষার্থীদের চিন্তা করতে হবে।

এ্যাক্টিভিটি শিক্ষার্থীদের একটি মনন চিত্র (mind map) তৈরি করতে বলে। সাধারণত একটি মনন মানচিত্র শব্দ এবং বাক্যাংশের একটি শৃঙ্খল যা ধারণাটিকে (একটি নোড হিসাবে) উপস্থাপন করে, এবং অন্য একটি ধারণার সঙ্গে যুক্ত করে দুটির সম্পর্ক প্রকাশ করে। ধারণার মানচিত্র একটি মানস চিত্রের মতই। ব্যাতিক্রম শুধু এই যে মনন চিত্রগুলির একটি কেন্দ্র থাকে যেখানে ধারণার মানচিত্রগুলি রৈখিক হতে পারে। মনন চিত্র ভাল উপকরণ যা শিক্ষার্থীরা কি বুঝেছে সেটা অনুসন্ধান করা এবং পর্যালোচনা করার একটি কার্যকরী কৌশল প্রদান করে। ছাত্ররা কি জানে এবং তাদের ভুল ধারনাগুলি
কি কি সেটা মূল্যায়নের উপকরণ হিসাবেও এটাকে ব্যবহার করা যায়। অ্যাক্টিভিটি 2-এ কোনও সঠিক বা ভুল উত্তর নেই।

অ্যাক্টিভিটি 2: বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলির বিকাশ করা

আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে আরও একবার ভাবুন যে আপনি গণিতজ্ঞ হিসাবে দিল্লীর নেহরু প্লেসের গতিশীলতা বর্ণনা করার জন্য একটি গাণিতিক মডেল তৈরি করাচ্ছেন। ইতিমধ্যে নেহরু প্লেসে ভূমিকা পালন করে এমন চলগুলি (পরিবর্তন হতে পারে এমন পরিমাণ) এবং ধ্রুবকগুলি (স্থির থাকে এমন পরিমাণ) শনাক্ত করা হয়েছে।

পরের পদক্ষেপটি হল কি ভাবে চলগুলি একে অন্যের এবং ধ্রুবকগুলির সাথে সম্পর্কিত সেটা শনাক্ত করা। এটিকে নিয়ন্ত্রণ যোগ্য রাখতে শিক্ষার্থীদের প্রতিটি দলকে সিদ্ধান্ত নিতে হবে যে তারা কোন চারটি চলে মনোনিবেশ করবে। শিক্ষার্থীদের বলুন:

- এই চলগুলির একটি মনন চিত্র তৈরি করো। সেগুলি যেভাবে সম্পর্কিত হতে পারে বলে মনে হয় সেটা সংযোগকারী রেখাগুলির উপর লেখো। মনন মানচিত্রে কিছু ধ্রুবক যোগ করো। যদি তোমার মনে হয় যে তা কোনও ভূমিকা পালন করে। মনে রাখবে এটির কোনও সঠিক বা ভুল উত্তর নেই! উদাহরণস্বরূপ তুমি ভাবতে পার যে কোনও নির্দিষ্ট সময়ে আগত দর্শক ও ক্রেতা সংখ্যা। বা দোকান ও গাড়ির সংখ্যার উপর নির্ভর করে পুলিশ আধিকারিকদের সংখ্যা পরিবর্তন হয়।
- তোমার দল উপরে যে সম্পর্কগুলির বর্ণনা করেছে সেগুলিতে কোন পরিমাপকগুলি ব্যবহার করবে সেটা নির্ধারণ করো। এগুলি একটি গাণিতিক সংখ্যামালা হিসাবে লেখ। যেমন, তুমি বলতে পার যে তোমার একজন পুলিশ আধিকারিক লাগবে,

একত্রিতভাবে 100 জন দর্শক, দশটি দোকান বা 50টি গাড়ির জন্য; তুমি পুলিশ আধিকারিকদের সংখ্যার একটি মডেল এই ভাবে লিখতে পারো : $s/10 + v/100 + c/50$। মনে রেখো যে এর কোনও সঠিক বা ভুল উত্তর নেই!

শিক্ষার্থীরা কয়েকটি গাণিতিক সংখ্যামালা তৈরি করার পরে তাদের মডেলিং-এর সম্ভাব্য ফলাফলগুলি সম্বন্ধে চিন্তা করতে বলুন। তাদের নিম্নলিখিতটি করতে বলুন:

- প্রতিটি চলকের জন্য মানের একটি পরিসর (range) অনুমান করো। তোমার কোনও পরিসর অনুমান করতে সমস্যা হলে, সমস্যার কারণগুলি শনাক্ত করো। যেমন চলমান সিঁড়িগুলির সংখ্যা একের চেয়ে কম হতে পারে না কারণ অর্ধেক চলমান সিঁড়ি থাকতে পারে না। আবার অসীম সংখ্যক চলমান সিঁড়ি থাকতে পারে না। চলমান সিঁড়িগুলির সর্বাধিক সংখ্যা স্থির করা শক্ত কারণ এটি অনেকগুলি বিষয়ের উপরে নির্ভর করে।
- সেই চলগুলি নির্ধারণ করো যেগুলো সহজেই নিয়ন্ত্রণ করা যাবে বলে তোমার মনে হয়। কোনও চলকে নিয়ন্ত্রণ করার অর্থ হল, এটির পরিসর সীমাবদ্ধ করা যায় অথবা পরিস্থিতিকে খুব বেশি প্রভাবিত না করেই এটির মান স্থির করতে পারা যায়।
- এ্যাক্টিভিটির শেষে সমগ্র শ্রেণিটিকে এই বিষয়টি নিয়ে আলোচনা করতে বলুন: বাস্তবে মডেলিং-এ ব্যবহৃত পরিমাপকগুলি ডেটা বা উপাত্তের উপর নির্ভরশীল হবে। যদি তোমাকে এটার আয়োজন করতে বলা হত, তবে তুমি কী ভাবে তথ্য সংগ্রহ করতে ?

কেস স্টাডি 1: শ্রীমতী অপরাজিতা অ্যাক্টিভিটি 1-এর ব্যবহার সম্বন্ধে তার চিন্তা ভাবনা জানিয়েছেন

এটি হল একজন শিক্ষকের অ্যাকাউন্ট যিনি তাঁর মাধ্যমিক শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাক্টিভিটি 1 এবং 2 চেষ্টা করেছেন।

শিক্ষার্থীদের সাথে এই এ্যাক্টিভিটিগুলি করতে চেয়েছিলাম কারণ আমি ভেবেছিলাম বাস্তব জীবনে গণিত দেখা এবং শনাক্ত করা একটি দারুণ উদাহরণ। প্রথমে গোটা শ্রেণির সাথে কয়েকটি উদাহরণ ভেবেছিলাম। সরাসরি তাদের চল এবং ধ্রুবকগুলি বেছে আলাদা করতে বললাম। আগাম আলোচনাটি তাদের এই ব্যাপারে সচেতন করেছিল যে এটা নির্ধারণ করা সবসময় সহজ হয় না। যেমন গাড়ি রাখার স্থানের সংখ্যা ধ্রুবক হিসাবে বিবেচিত হতে পারে; তবে যদি দীর্ঘকাল ধরে কোনও পরিস্থিতি পর্যবেক্ষণ করা যায় যেমন, দুই বছর - তবে এটি একটা চলকে পরিণত হতে পারে কারণ তত্ত্বগত ভাবে যদি স্থান বা অর্থ থাকে তবে সেই সময়ের মধ্যে আরও গাড়ি রাখার স্থান তৈরি করা যেতে পারে।

তারা আরও উদাহরণ খুঁজে বের করার জন্য তারা ভেবেছিল, যে কখন ও কেন একটি উদাহরণ চল বা ধ্রুবক হতে পারে। তাদের উদাহরণ এবং শ্রেণিবিভাগ করা সবই ব্ল্যাকবোর্ডে লিপিবদ্ধ করা হয়েছিল। এগুলি তারপরে অ্যাক্টিভিটি 2-এ কাজ করার জন্য ব্যবহার করা হয়েছিল। কী ভাবে সেগুলি একে অন্যের সাথে সম্পর্কিত, কী ভাবে সংখ্যামালা হিসাবে লিখে এবং সহগগুলি নির্ধারণ করে গাণিতিক ভাবে নথিভুক্ত করা যায় তা চিন্তা করেছিল। একজন বলেছিল যে সে কখনই ভাবেনি যে সহগগুলি একটি অনুপাত সূচিত করতে পারে এবং সে এখন হঠাৎই বুঝতে পেরেছে সংখ্যামালাগুলি নিয়ে কাজ করার জন্য এই বিধিগুলি কেন আছে।

প্রথম দিকে শিক্ষার্থীরা 'কোনও সঠিক বা ভুল উত্তর হতে পারে না' এই ধারণাটির সাথে স্বচ্ছন্দ ছিল না। তবে একই চল এবং ধ্রুবকগুলিকে নিয়ে গঠিত সম্ভাব্য সংখ্যামালাগুলি সম্পর্কে কিছু আলোচনার পরে তারা বুঝতে পেরেছিল যে কেন এমনটা হয়েছিল। তারা তাদের উত্তরগুলিতে আরও সৃজনশীল হয়ে উঠেছিল।

যেহেতু আমি সত্যিই চেয়েছিলাম যে এই এ্যাক্টিভিটির মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা বাস্তব জীবনে গণিত দেখতে এবং শনাক্ত করতে পারে, তাই আমি বাড়ির কাজ হিসাবে তাদের একটি ভিন্ন পরিস্থিতির জন্য এই একই কাজ করতে বলেছিলাম। যেমন, বাস স্টপে অপেক্ষা করার সময়, পরিবারের সঙ্গে ডিনার করা অথবা বাড়ির কাজ করার সময় চল এবং ধ্রুবকগুলি ও কীভাবে সম্পর্কিত তা শনাক্ত করা।

আপনার শিক্ষাদানের অনুশীলনের প্রতিফলন

শ্রেণির সাথে এ জাতীয় কোনও অনুশীলন করার সময়, কোনটি ভাল হয়েছে বা কোনটি তত ভাল হয়নি তা বিবেচনা করে দেখুন। সেই প্রশ্নগুলির কথা চিন্তা করুন যেগুলি শিক্ষার্থীদের আগ্রহী করতে এবং এগিয়ে যেতে সাহায্য করেছিল এবং সেইগুলির কথা চিন্তা করুন যেগুলির জন্য আপনাকে ব্যাখ্যা করতে হয়েছিল। এ জাতীয় চিন্তা-ভাবনা সর্বদা একটি কথাচিত্র, (সংলাপ, কথোপকথন) খুঁজতে সহায়তা করে, যা শিক্ষার্থীদের গণিতকে আকর্ষণীয় এবং উপভোগ্য করে তুলতে পারে।
যদি তারা বুঝতে না পারে ও কিছু করতে না পারে, তবে তারা অংশগ্রহণ করতে কম আগ্রহ দেখাবে। আপনি প্রতিবার এ্যাক্টিভিটিগুলি করার সময় এই চিন্তা-ভাবনামূলক অনুশীলনটি ব্যবহার করুন। লক্ষ্য করবেন শ্রীমতী অপরাজিতা যেমন করেছিলেন, তার থেকে কয়েকটি ক্ষেত্রে ছোটখাটো তফাত থাকতে পারে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

চিন্তাভাবনায় উৎসাহ যোগাতে ভাল প্রশ্ন:

- আপনার শ্রেণির জন্য এটি কেমন ছিল? সমস্ত শিক্ষার্থী কি অংশগ্রহণ করেছিল?

- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন উত্তরগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা বুঝেছে তা জানার জন্য আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন?
- আপনি কি কখনও হস্তক্ষেপ করার প্রয়োজনীয়তা অনুভব করেছিলেন?
- কোন বিষয়গুলি আপনাকে আরও জোর দিয়ে শেখাতে হবে বলে মনে হয়েছিল?
- আপনি কি কাজটির কোন রকম পরিবর্তন করেছিলেন? যদি তাই হয় তবে সেটার জন্য আপনার যুক্তি কী ছিল?

2 সম্ভাবনা সম্পর্কে চিন্তা করার জন্য প্রতিস্থাপন (substitution) ব্যবহার করা

প্রতিস্থাপন (substitution) হল চিন্তা করার একটি শক্তিশালী এবং প্রয়োজনীয় উপকরণ। বাস্তব জীবনে প্রতিনিয়ত প্রতিস্থাপন ব্যবহার করা হয়: আজকের খাবারটা কালকের থেকে আলাদা করার জন্য কোন আলাদা আনাজ বা মশলা ব্যবহার করা যায়; পরিবহনের জন্য কি ব্যবহার করা যায় (তুমি কি হাঁটবে নাকি রিক্সা নেবে নাকি বাস?), কোন পোষাক পরা যায়। প্রতিস্থাপনের জন্য সম্ভাবনা এবং বিকল্পগুলি সম্বন্ধে চিন্তা করতে হয় এবং সেই সঙ্গে সীমাবদ্ধতার কথা বিবেচনা করতে হয়। যেমন কোনও সিল্কের শাড়িকে ক্যালকুলেটর দিয়ে প্রতিস্থাপন করা যায় না কারণ লক্ষ্যটি হল পোশাক পরিবর্তন করা, তবে কীসে অর্থ খরচ করা হবে তা বিবেচনা করার ক্ষেত্রে প্রতিস্থাপন সম্ভব হতে পারে। প্রতিস্থাপন এই ভাবে বৈচিত্র্যের সুযোগ দেয় - এটিই জীবনের উপাদান।

গণিতে প্রতিস্থাপনের চিন্তার প্রক্রিয়া বাস্তব জীবনের মতোই। এতে একদিকে যেমন উদাহরণ, বিকল্প এবং সম্ভাবনাগুলি বিবেচনা করা হয় সেই সঙ্গে একই সময় অন্য দিকে সীমাবদ্ধতা এবং বিধিনিষেধগুলি সম্পর্কে সচেতন থাকতে হয়।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনি গাণিতিক প্রতিস্থাপন বাস্তব জীবনের প্রতিস্থাপনের তুলনায় কীভাবে ভিন্ন বা সমতুল বলে মনে করেন?
- আপনি কেন শ্রেণিতে প্রতিস্থাপন বিষয়ক কাজে সময় ব্যয় করবেন?

প্রতিস্থাপন নিয়ে কাজ করার সময় শেখার সুযোগ সমূহ

শিক্ষার্থীদের গণিত অধ্যয়নের জন্য প্রতিস্থাপনের দক্ষতা অর্জন করা প্রয়োজন - অনুশীলনের বইয়ের বহু অনুশীলনী ও সমস্যায় এবং পরীক্ষায় শিক্ষার্থীদের এই দক্ষতাটি প্রদর্শন করতে হয়।

শিক্ষার্থীদের প্রতিস্থাপন সংক্রান্ত সমস্যার সমাধান করতে দিলে তাদের গণিত শেখার অন্যান্য সুযোগ তৈরি হয় যা হয়তো ততটা স্পষ্ট ভাবে প্রতীয়মান হয় না কিন্তু সেগুলো গুরুত্বপূর্ণ এবং মূল্যবান। এগুলির কয়েকটি নিয়ে আরও আলোচনা করা যায় যেমন:

- একটি বীজগাণিতিক সংখ্যামালার অর্থ কি হতে পারে সেটা বোঝানোর জন্য গল্প তৈরি করার মাধ্যমে প্রতিস্থাপনের সাহায্যে গাণিতিক সংখ্যামালাকে সজীব করে তোলা। অ্যাক্টিভিটি 3 হল এটির একটি উদাহরণ।
- কোনও নির্দিষ্ট সাংখ্যিক উদাহরণকে সাধারণীকৃত করার উপকরণ হিসাবে প্রতিস্থাপন। অ্যাক্টিভিটি 4 হল এটির একটি উদাহরণ।
- গাণিতিক সম্পর্ক, বৈশিষ্ট্য এবং সীমাগুলি অনুসন্ধান করার জন্য প্রতিস্থাপন ব্যবহার করা। অ্যাক্টিভিটি 4-এ এটির কয়েকটি উদাহরণ রয়েছে।

কল্পনার বিকাশ করার জন্য প্রতিস্থাপন ব্যবহার করা

বীজগণিত এবং এর সংখ্যামালাকে প্রায়শই গণিতের ভাষা হিসাবে বিবেচনা করা হয় কারণ এগুলি সম্পর্ক বর্ণনা করে। পাঠ্যবই থেকে পাতার পর পাতা বীজগাণিতিক সংখ্যামালা অনুশীলন করার সময় শিক্ষার্থীরা যদি এটিকে অলঙ্কারপূর্ণ ভাষা রূপে দেখতে না পায় তাহলে তাদের ক্ষমা করে দেওয়া যায়!

পরের এ্যাক্টিভিটিটির উদ্দেশ্য হল বীজগাণিতিক সংখ্যামালা পড়া খানিকটা মজাদার করে তোলা এবং সংখ্যামালাটির অর্থ কি হতে পারে ও এটি কোন পরিস্থিতিকে মডেল করে সেটার জন্য শিক্ষার্থীদের নিজের গল্প বানাতে বলা। এর অর্থ হল শিক্ষার্থীদের প্রতীকগুলিকে একটি বর্ণনা বা গল্প দ্বারা প্রতিস্থাপন করার মাধ্যমে প্রতীকী গণিতকে (symbolised mathematics) অর্থ দিতে বলা। উদাহরণস্বরূপ:

- $\frac{x}{n}$ + 3n সংখ্যামালাটি ব্যক্তিদের একটি দলের (x) বিষয়ে হতে পারে যারা সমান সংখ্যায় কিছু সংখ্যক বাসে (n) উঠেছে। এমন কিছু ব্যক্তি ছিলেন যারা দেরিতে এসেছিলেন আর প্রতিটি বাসকে আরও তিনজন করে ব্যক্তির জায়গার ব্যবস্থা করতে হয়েছিল।
- 1.3(2100 টাকা) সংখ্যামালাটি 1.3 [3(700) টাকা] সংখ্যামালাটি থেকে আসতে পারে এবং এটি সেই 700 ভিনগ্রহের প্রাণী যারা উদয়পুরে অবতরণ করেছিল তাদের বিষয়ে হতে পারে। তারা এই প্রথমবার ভারতে এসেছিল। তারা দেখল লোকেরা চা নামে একটি পানীয় গ্রহণ করছে যার দাম হল প্রতি কাপ 1 টাকা। তারা এটি খেয়ে দেখেছিল এবং তাদের এটি এতই পছন্দ হয়েছিল যে তারা প্রত্যেকে তিন কাপ করে খেয়েছিল। যখন তারা চায়ের জন্য দাম দিতে গেল তখন তারা চা ও পরিষেবা দেখে এত খুশী হয়েছিল যে তারা 30 শতাংশ বকশিস দিয়েছিল।

অ্যাক্টিভিটি 3: এর অর্থ কী হতে পারে?

আপনার শিক্ষার্থীদের নিম্নলিখিতটি বলুন।

নীচে পাঠ্যবই থেকে নেওয়া কয়েকটি বীজগাণিতিক সংখ্যামালা দেওয়া হল:

- 30u + 44v
- 3x +1
- 3√4
- $\frac{18(3x+1)}{6}$
- $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}$

তোমার কল্পনা ব্যবহার কর এবং প্রতিটি সংখ্যামালা নিয়ে একটি গল্প তৈরি কর। সংখ্যামালাটি কোন পরিস্থিতিকে মডেল করতে পারে? এটি অন্য
কী বিষয়ে হতে পারে?

ভিডিও: গল্প বলা, গান, চরিত্রে অভিনয় এবং নাটক

আপনি ‘গল্প বলা, গান, চরিত্রে অভিনয় এবং নাটক’-এর মূল সম্পদটিও দেখতে পারেন।

কেস স্টাডি 2: শ্রীমতী রিম্পা অ্যাক্টিভিটি 3 এর ব্যবহার সম্পর্কে তার চিন্তাভাবনা জানিয়েছেন

কোনও প্রকৃত গল্পের কথা চিন্তা করে সেটিকে সংখ্যামালার সাথে খাপ খাওয়ানো আমার পক্ষেও সহজ কাজ ছিল না। তবে আমি দেখেছিলাম যে বাসের যাত্রী বা ভিন গ্রহের মানুষদের প্রচুর চা খাওয়ার যে উদাহরণগুলি দেওয়া হয়েছিল সেগুলো আমাকে আরও মুক্ত এবং সৃজনশীল ভাবে অন্যান্য উদাহরণগুলি ভাবতে সাহায্য করেছিল। আমি স্থির করেছিলাম যে যেহেতু এটি আমার ক্ষেত্রে ভালো কাজ করেছে, তাই আমি এটিই চেষ্টা করে দেখবো। আমার শিক্ষার্থীদের সাথে একই পদ্ধতি ব্যবহার করব। তাই আমি বাস এবং ভিন গ্রহের প্রাণীর সংখ্যামালাগুলি ব্ল্যাকবোর্ডে লিখে এ্যাক্টিভিটিটি শুরু করেছিলাম। তাদের একটা গল্প ভাবার জন্য খানিকটা সময় দিয়েছিলাম (খুব বেশি সময় নয়) এবং তারপরে গল্পগুলো শ্রেণিকে বলতে বলেছিলাম।

তারপরে আমি অ্যাক্টিভিটি 3-এর সংখ্যামালাগুলি ব্ল্যাকবোর্ডে লিখেছিলাম। রাহুল সঙ্গে সঙ্গে ভেবেছিল যে সংখ্যামালা $3x + 1$ তিন কাপ চায়ের দাম কত হবে সেই গল্পটি বলবে; জল এবং চায়ের জন্য x টাকা এবং অন্য কিছুর জন্য 1 টাকা স্থির দাম। কয়েকজন শিক্ষার্থী সহমত হয়েছিল এবং অন্যান্যরা হয়নি। তবে এরপর একটি আকর্ষণীয় আলোচনা শুরু হয়েছিল। এটার থেকে আমি বুঝতে পেরেছিলাম যে একেবারে নিখুঁত উত্তরের থেকে কিছুটা ত্রুটিপূর্ণ উদাহরণ নিয়ে কাজ করলে সেটা আলোচনার সূত্রপাত করার জন্য বেশি কার্যকরী হয়।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা বুঝেছে তা জানার জন্য আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন?
- আপনি কি শ্রীমতী রিম্পা মত কাজটিতে কোনও পরিবর্তন করেছিলেন? যদি তাই হয় তবে সেটার জন্য আপনার যুক্তি কী ছিল?

3 ভুল ধারণাগুলি খুঁজে বার করতে সাধারণীকরণের (generalisation) ব্যবহার

যখন আপনি $2(3 – 8)$ এর মতো কোনও সংখ্যামালা দেখতে পান আপনি সঙ্গে সঙ্গে চিহ্নিত করতে পারেন যে এটি $(2 \times 3) – (2 \times 8)$ হিসাবেও লিখতে পারা যায় কারণ এটি বন্টন বিধির (law of distributivity) উদাহরণ যেখানে $a(b – c) = a \times b – a \times c$।

এ জাতীয় প্যাটার্ন ও সাধারণীকরণগুলি শনাক্ত করা গণিতের জন্য সহায়ক কারণ এটি সমস্যাগুলি সমাধান করা সহজ করে তোলে। এর নেতিবাচক দিকটি হল আপনি কখনও কখনও কোনও কিছুকে নকশা হিসাবে ভাবতে পারেন এবং তাই আপনি এটি সাধারণীকরণ করেন। যখন এটি প্রকৃতপক্ষে একটি বিশেষ ক্ষেত্র এবং কেবল কয়েকটি পরিস্থিতিতে সত্য হয়। পরের এ্যাক্টিভিটিটিতে সাংখ্যিক সংখ্যামালা (numerical expressions) থেকে সাধারণীকৃত বীজগণিত (generalised algebra) লেখার কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হয়েছে।

অ্যাক্টিভিটি 4: সাধারণীকৃত আকার দিয়ে নির্দিষ্টটি প্রতিস্থাপন

আপনার শিক্ষার্থীদের নিচের বিষয়গুলো বলুন:

- নীচে পাটিগণিতের সাধারণীকৃত আকারের সংখ্যামালা এবং সমীকরণের কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হল যা বীজগাণিতিক

সংখ্যামালাগুলি এবং সমীকরণগুলি গ্রহণ করতে পারে। এর কতকগুলি সমীকরণ, কেবলমাত্র সংখ্যামালা নয় - নিশ্চিত করুন যে

আপনি তফাতটি জানেন।

1. 2 (3 – 8)
2. 12 + (13 + 81) = (12 + 13) + 81
3. 2 + 2 = 2 × 2
4. $1/(\frac{1}{4}) = 4$
5. (–7) = 7
6. 42 + 0 = 42
7. 23 × 1 = 23
8. 120 এর 5 শতাংশ
9. (12 + 51)/(12 × 51)
10. 2 + 3 = 3 + 2
11. $\frac{1}{2}+\frac{3}{4}+\frac{5}{6}$

- এগুলির জন্য সাধারণ বীজগাণিতিক সংখ্যামালা বা সমীকরণগুলি লিখুন। এগুলির কয়েকটির একাধিক সমাধান রয়েছে, তাই উদ্ভাবনী শক্তি ব্যবহার করুন!
- এগুলি কি সর্বদা সত্য হবে? আপনি কি বলতে পারেন এগুলি যে কোনও সংখ্যার জন্য বৈধ হবে?

ভিডিও: নিরীক্ষণ করা ও মতামত দেওয়া

আপনি নিরীক্ষণ করা ও মতামত দেওয়া' র মূল সম্পদটিও দেখতে পারেন।

কেস স্টাডি 3: শ্রীমতী ভারতী অ্যাক্টিভিটি 4 এর ব্যবহার সম্বন্ধে তার চিন্তাভাবনা জানিয়েছেন

মোহিত তক্ষুনি শনাক্ত করেছিল যে প্রথম সংখ্যামালা 2 (3 – 8) ছিল বিয়োগের ক্ষেত্রে বন্টন ধর্মের (distributive property) একটি উদাহরণ এবং তার মতে এটি যে কোনও সংখ্যার জন্য সত্য হবে। সে সাধারণ ফর্মটি এ ভাবে লিখেছিল a(b – c) = a × b – a × c।

2 + 2 = 2 × 2 এই উদাহরণটি আকর্ষণীয় হয়েছিলো যখন রিমা বলল '= 2^2' সেই সমীকরণটিতে যোগ করতে পারা যায় তখন সূচক এবং 'টু দ্য পাওয়ার অফ' এর কী অর্থ সে সম্পর্কে কিছু ভুল ধারণা সামনে এসেছিল। প্রশ্ন 6 এবং 7 শিক্ষার্থীদের অভেদগুলি (identities) সম্পর্কে চিন্তা করিয়েছিল এবং এতে কিছু শিক্ষার্থী অবাক হয়েছিল যে এগুলি সমস্ত প্রক্রিয়ার জন্য সমান ছিল না - তারা প্রকৃতপক্ষে পাটিগণিতের উদাহরণগুলি নিয়ে কাজ করার সময় এটা জানতে পেরেছিল, তবে মনে হয় সাধারণীকৃত ফর্ম ব্যবহার করার সময় ভুলে গিয়েছে!

যদিও আমি এই কাজটি করার চেষ্টা দেখে খুশী হয়েছিলাম। কিন্তু শিক্ষার্থীদের এতগুলি ভুল ধারণা জানতে সাহায্য করবে সেটা আমি প্রত্যাশা করি নি। কেন এই এ্যাক্টিভিটিটি এরকম ঘটায় সেটা আমি এখনও চিন্তা করছি। এটি কি আলোচনা, নাকি 'সহজ' উদাহরণগুলির কারণে ঘটেছিল? পাঠ্যপুস্তক থেকে অনুশীলনগুলি করার সময় এরকম কেন এত বেশি ঘটে না? শ্রেণিতে শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন করার পদ্ধতিগুলির কথা চিন্তা করার সময় আমাকে অবশ্যই মনে রাখতে হবে, জ্ঞাত বিষয়গুলি ব্যবহার করতে পারাটাই যথেষ্ট নয়। বরং সুস্পষ্ট ভাবে জানা ও ব্যবহার করাটাই জরুরী।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন উত্তরগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা বুঝেছে তা জানার জন্য আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন?
- আপনার মতে এই কাজটি কেন ভুল ধারনাগুলিকে সামনে নিয়ে আসে যেমন শ্রীমতী ভারতী শ্রেণিতে ঘটেছিল?

4 সারসংক্ষেপ

এই ইউনিটটি আপনাকে বীজগাণিতিক সংখ্যামালাগুলি লেখা এবং সেগুলি নিয়ে কাজ করা সম্পর্কে চিন্তা করতে বলে। এ্যাক্টিভিটিতে এমন ধারণার পরিচয় দেওয়া হয়েছে যেগুলি বাস্তব জগতে জটিল পরিস্থিতি মডেল করার জন্য এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণে সাহায্য করার জন্য ব্যাপক ভাবে ব্যবহৃত হয়। শিক্ষার্থীদের নিজেদের বেছে নেওয়া পরিস্থিতির জন্য গাণিতিক সংখ্যামালা তৈরি করতে বললে, সংখ্যামালাগুলি ব্যবহারের গতানুগতিক অনুশীলনী থেকে বার করে আনা যায়। এই বিষয়গুলি যে গুরুত্বপূর্ণ তাদের সেটা দেখতে সাহায্য করা যায়। কিছু ধারণা প্রকাশ করার জন্য সংখ্যামালার গাণিতিক ভাষা ব্যবহার করা সহজ কিন্তু শিক্ষার্থীদের প্রায়ই সেটার অভিজ্ঞতা হয় না।

চূড়ান্ত এ্যাক্টিভিটিগুলিতে শিক্ষার্থীদের সংখ্যামালাগুলি সম্পর্কে একটি স্বচ্ছন্দ আলোচনার অবকাশ দেওয়া হয় যাতে ভুল ধারণাগুলি প্রকাশ করা যায় এবং সেগুলির মোকাবিলা করা যায়। সাধারণীকরণে মনোনিবেশ - অর্থাৎ নিশ্চিত করা যাতে সংখ্যামালাগুলির সমতুল্যতা সর্বদা সত্য হয় - বীজগণিতের অন্যান্য বহু ধারণাকে স্বাভাবিক ভাবে যুক্ত করতে তাদের সাহায্য করেছে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

এই ইউনিটে ব্যবহার করা হয়েছে এমন তিনটি ধারণা চিহ্নিত করুন, যেগুলো আপনি অন্যান্য বিষয় শিক্ষাদানের সময় ব্যবহার করতে পারবেন। এমন দুটি বিষয় নোট করুন যা আপনাকে শীঘ্রই শেখাতে হবে, যেখানে ঐ ধারণাগুলি সামান্য পরিবর্তন করে ব্যবহার করা যেতে পারে।

সম্পদসমূহ

সম্পদ 1: NCF/NCFTE শিক্ষাদানের আবশ্যকতাগুলি

এই ইউনিটটি NCF (2005) ও NCFTE (2009)-এর নিম্নলিখিত শিক্ষাদানের প্রয়োজনীয়তাগুলির সাথে যোগসূত্র স্থাপন করে এবং আপনাকে সেই প্রয়োজনীয়তাগুলি পূরণে সহায়তা করবে:

- শিক্ষার্থীদের কেবলমাত্র জ্ঞানের গ্রাহক রূপে না ভেবে তাদের নিজেদের শেখায় সক্রিয় অংশগ্রহণকারী রূপে দেখুন; যাতে তাদের জ্ঞান গঠনের ক্ষমতায় উৎসাহ দিয়ে শিখনকে মুখস্থ বিদ্যা থেকে সরিয়ে আনা যায়।
- শিক্ষাগ্রহণকে ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতার অর্থ অনুসন্ধান হিসাবে এবং জ্ঞান আহরণকে প্রতিফলনমূলক শিক্ষাগ্রহণের অবিরাম চলমান প্রক্রিয়া হিসাবে দেখুন।
- আলোচনার বিষয় হিসাবে, যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে, নিজেদের মধ্যে আলোচনার বিষয়বস্তু হিসেবে এবং একসাথে কাজ করার মাধ্যম হিসেবে গণিতকে দেখার জন্য শিক্ষার্থীদের সহায়তা করুন।
- বিদ্যালয়ের জ্ঞানকে জনগোষ্ঠীর জ্ঞান এবং বিদ্যালয়ের বাইরের জীবনের সাথে সংযুক্ত করুন।

অতিরিক্ত সম্পদসমূহ

- A newly developed maths portal by the Karnataka government: http://karnatakaeducation.org.in/KOER/en/index.php/Portal:Mathematics
- Class X maths study material: http://www.zietmysore.org/stud_mats/X/maths.pdf
- National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics: https://www.ncetm.org.uk/
- National STEM Centre: http://www.nationalstemcentre.org.uk/
- OpenLearn: http://www.open.edu/openlearn/
- BBC Bitesize: http://www.bbc.co.uk/bitesize/
- Khan Academy's math section: https://www.khanacademy.org/math
- NRICH: http://nrich.maths.org/frontpage
- Mathcelebration: http://www.mathcelebration.com/
- Art of Problem Solving's resources page: http://www.artofproblemsolving.com/Resources/index.php
- Teachnology: http://www.teach-nology.com/worksheets/math/
- Maths is Fun: http://www.mathsisfun.com/
- National Council of Educational Research and Training's textbooks for teaching mathematics and for teacher training of mathematics: http://www.ncert.nic.in/ncerts/textbook/textbook.htm
- AMT-01 *Aspects of Teaching Primary School Mathematics*, Block 3 ('Numbers (II)'): http://www.ignou4ublog.com/2013/06/ignou-amt-01-study-materialbooks.html
- LMT-01 *Learning Mathematics*, Block 1 ('Approaches to Learning') Block 2 ('Encouraging Learning in the Classroom'), Block 6 ('Thinking Mathematically'): http://www.ignou4ublog.com/2013/06/ignou-lmt-01-study-materialbooks.html
- *Learning Curve* and *At Right Angles*, periodicals about mathematics and its teaching: http://azimpremjifoundation.org/Foundation_Publications
- Central Board of Secondary Education's books and support material (also including the *Teachers Manual for Formative Assessment – Mathematics (Class IX)*) – select 'CBSE publications', then 'Books and support material': http://cbse.nic.in/welcome.htm
- Textbooks of Class IX and X of Government of West Bengal

তথ্যসূত্র/গ্রন্থতালিকা

Bell, A. (1986) 'Diagnostic teaching: 2 – Developing conflict-discussion lessons', *Mathematics Teaching*, vol. 116, pp.26–9.

Bell, A. (1987) 'Diagnostic teaching: 3 – Provoking discussion', *Mathematics Teaching*, vol. 118, pp. 21–3.

Skemp, R. (1976) 'Relational understanding and instrumental understanding', *Mathematics Teaching*, vol. 77, pp. 20–26.

Egan, K. (1986) *Teaching as Story Telling: An Alternative Approach to Teaching and Curriculum in the Elementary School*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

National Council of Educational Research and Training (2005) *National Curriculum Framework (NCF)*. New Delhi: NCERT.

National Council of Educational Research and Training (2009) *National Curriculum Framework for Teacher Education (NCFTE)*. New Delhi: NCERT.

National Council of Educational Research and Training (2012a) *Mathematics Textbook for Class IX*. New Delhi: NCERT.

National Council of Educational Research and Training (2012b) *Mathematics Textbook for Class X*. New Delhi: NCERT.

Watson, A., Jones, K. and Pratt, D. (2013) *Key Ideas in Teaching Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.

কৃতজ্ঞতাস্বীকার

তৃতীয় পক্ষের উপাদানগুলি ব্যতীত এবং অন্যথায় নীচে বর্ণিত না থাকলে এই সামগ্রীটি একটি ক্রিয়েটিভ কমনস অ্যাট্রিবিউশন শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্সের অধীনে উপলব্ধ হয় (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)। নীচে স্বীকৃত উপাদানটি মালিকানাধীন এবং এই প্রকল্পের লাইসেন্সের অধীনে ব্যবহার করা হয় এবং ক্রিয়েটিভ কমনস লাইসেন্সের বিষয়বস্তু নয়। এর অর্থ এই উপাদানটি কেবল মাত্র TESS-ইন্ডিয়া প্রকল্পে অ্যাডাপ্ট না করেই ব্যবহার করতে পারা যায়, কোনও পরবর্তী OER সংস্করণগুলিতে পারা যায় না। এর মধ্যে TESS-ইন্ডিয়া, OU এবং UKAID লোগোগুলির ব্যবহার অন্তর্ভুক্ত।

এই ইউনিটে উপাদানটি পুনরুৎপাদনে অনুমোদন প্রাদানের জন্য নিম্নলিখিত উৎসগুলির প্রতি কৃতজ্ঞতা স্বীকার করা হয়:

চিত্র 1: বাম দিকের চিত্রটি এখান থেকে নেওয়া হয়েছে http://officespaceinjasola.blogspot.co.uk/2011/02/; ডান দিকের চিত্রটি এখান থেকে নেওয়া হয়েছে http://prayfordelhi.blogspot.co.uk/ [Figure 1: left, image from http://officespaceinjasola.blogspot.co.uk/2011/02/; right, image from http://prayfordelhi.blogspot.co.uk/]

কপিরাইট স্বত্বাধিকারীদের সাথে 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।