সংখ্যা রেখা ও ‘মনে করা যাক যদি …’ অভিব্যক্তিটির ব্যবহার :ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যা

Using a number line and the expression ‘Imagine if …’: positive and negative numbers

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 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।

সংস্করণ 1.0 EM03v1

West Bengal

তৃতীয় ক্রেরষ উ াদানগুলি বা অন্যথায় বর্ণিত না হলে এই সামগ্রীর্ একর্ম ক্রিয়েমর্ভ মকনস অ্যাট্রিবিউশন-শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্সের অধীনে উ লব্দ: 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

এই ইউনিটে আপনি শিক্ষার্থীদের সংখ্যাগুলির অর্থ সম্পর্কে চিন্তা করতে এবং 'ঋণাত্মক সংখ্যার' ধারণা তৈরি করতে উৎসাহিত করার উপায়গুলি জানবেন।

শিক্ষার্থীরা সংখ্যাগুলির বিয়োগ করার সময় প্রথম বিয়োগ চিহ্নের সাথে পরিচিত হয়; তাই ঋণাত্মক সংখ্যাগুলিতে বিয়োগ চিহ্নের ব্যবহার গুরত্ব সহকারে ব্যাখ্যার প্রয়োজন হবে। চিহ্নটির পৃথকভাবে ব্যবহার এবং এটি কেন ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির জন্য ব্যবহার করা হয় তা ব্যাখ্যা করলে, শিক্ষার্থীরা এই চিহ্নটির ব্যবহারের মিল এবং পার্থক্যগুলি সহজে শনাক্ত এবং বুঝতে পারবে।

এই ইউনিটের অ্যাক্টিভিটিগুলির মাধ্যমে আপনি শিক্ষার্থীদের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সংখ্যা সম্পর্কিত কাজকর্মগুলি চোখের সামনে তুলে ধরবেন এবং সংখ্যা রেখার ব্যবহার সম্পর্কেও চিন্তাভাবনা করবেন। প্রকৃতপক্ষে এই কাজগুলি নিজে করলে, তা শিক্ষার্থীদেরকে 'ধনাত্মক' ও 'ঋণাত্মক' বলতে কী বোঝায় তা বুঝতে আরো সহায়তা করবে। গণিত পড়ানোর সময় শিক্ষার্থীদের কল্পনাশক্তিকে জাগিয়ে তুলতে 'মনে করা যাক যদি...' বলার বিষয়টির কতটা গুরুত্ব রয়েছে সেটিও এখানে দেখা হয়েছে।

এই ইউনিটে আপনি কী শিখতে পারেন

- আপনার শিক্ষার্থীদের ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির মধ্যে পার্থক্য বোঝার ক্ষেত্রে সহায়তা করতে কয়েকটি ধারণা।
- 'মনে কর যদি ...'-এর ভূমিকাটি হল গণিত শেখানোর সময় শিক্ষার্থীদের কল্পনা করতে উৎসাহিত করা।
- ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি বুঝতে কীভাবে সংখ্যা রেখা ব্যবহার করবেন।

এই ইউনিটটি সম্পদ 1-এ আলোচিত NCF (2005) এবং NCFTE (2009)-এর শিক্ষাদানের প্রয়োজনীয়তাগুলির সাথে যোগসূত্র স্থাপন করে।

1 সংখ্যাগুলির অর্থ

সম্ভবতঃ জন্তুজানোয়ার বা অন্যান্য সামগ্রী গণনার জন্য সংখ্যাগুলির আবিষ্কার হয়েছিল। সংখ্যা পদ্ধতিতে প্রাথমিকভাবে প্রধানত: 'এক', 'দুই' এবং 'অনেকগুলি' এই শব্দগুলি ছিল বলে মনে হয়েছিল, কারণ শুধু এই সবই প্রয়োজন ছিল। পরে ভেড়া গণনা করার জন্য এবং মানুষের মধ্যে ব্যবসা বাড়ার সাথে সাথে আজ আমরা যেমন সংখ্যা গণনা করি সেই ব্যবস্থাটির বিকাশ হয়েছিল – সাথে আবিষ্কৃত হয়েছিল শূন্য এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি। একটি যৌক্তিক পদ্ধতি ব্যবহার করে সংখ্যার নামগুলিকে প্রায় সর্বদাই কাঠামোযুক্ত করা হয় যাতে এগুলি সংখ্যাগুলিকে সমস্ত উদ্দেশ্য এবং কারণের দিক থেকে অসীম হিসাবে ব্যাখ্যা করতে পারে।

নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উপস্থাপনা করতে সংখ্যা ব্যবহার করা হয়:

- 'কতগুলি?' বা 'কত দূর?' এরকম পরিমান সংক্রান্ত প্রশ্নের উত্তর দিতে
- 'আরও কত বেশি?' বা 'কতগুলি কম?'-এরকম সংখ্যাগুলির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে, 'মনে কর যদি জুরি, মেরির কাছ থেকে তিন টাকা পেত' এই রকম প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে, সে মেরিকে এক টাকা দিল, সে এখন কত টাকা পাবে?', বা 'মনু প্রথম ম্যাচে তিনটি মার্বেল জিতল এবং দ্বিতীয়টিতে পাঁচটি মার্বেল হারালো, সে মোট কতগুলি মার্বেল হারালো?' এরকমের পরিমান সংক্রান্ত রূপান্তরের প্রশ্নের উত্তর দেওয়ার জন্য।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

আপনার শিক্ষার্থীরা কীভাবে এবং কোথায় ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির সম্মুখীন হয়েছে তা ভাবুন। উদাহরণস্বরূপ, তাদের ধারণা রয়েছে যে, আইসক্রীম ফ্রিজারের তাপমাত্রা শূন্যের নীচে থাকে। তারা আর কোথায় এই ধারণাগুলি পেয়ে থাকতে পারে?

শূন্য হল একটি সংখ্যা

সংখ্যা অনুধাবনে শূন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। গাণিতিকভাবে শূন্যের অনেকগুলি ব্যবহার বা অর্থ রয়েছে, যা শিক্ষার্থীদের অনুশীলন করা উচিত। একটি অর্থ হল 'কিছুই না' এই পরিমাণটিকে বোঝানো। যেমন 'কোনও ফুটবল ম্যাচে একটি দল কোনও গোল করেনি'। অন্য অর্থ হল 'কোনও দশক বা কোনও একক সংখ্যা নেই' যেমন 600 সংখ্যায়।

যে কোনও বিন্দুর স্থানাঙ্ক বর্ণনা করতে বা মূলবিন্দু হিসাবেও শূন্য ব্যবহার করা হয়, যেমন (0, 0)। এই বিন্দুটি থেকে কমপক্ষে দুটি পারস্পরিক বিপরীত দিক বিবেচনা করা হয়। ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি শেখানোর সময় শূন্যের এই সমস্ত যে বিবিধ অর্থ রয়েছে তা বুঝতে পারা গুরুত্বপূর্ণ।

ঋণাত্মক সংখ্যা

ঋণাত্মক বা বিয়োগ চিহ্ন যখন কোনও সংখ্যার প্রথমে যুক্ত করা হয় তখন সেটি শূন্যর সাপেক্ষে সেই সংখ্যার বিপরীত দিকের অবস্থানটি সূচিত করে। স্বাভাবিক সংখ্যাগুলি ধনাত্মক সংখ্যা হিসাবে বিবেচিত হয়।

ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক উভয় সংখ্যার মান এবং দিক রয়েছে। ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি মান এবং ক্রমের মধ্যে দ্বিধা তৈরি করতে পারে। -4 উদাহরণটি চিরাচরিতভাবে -1 এর চেযে কম, যদিও -4, -1 এর চেয়ে বেশি মান হিসাবে দেখা যাচ্ছে।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

যখন আপনি ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি শিখেছিলেন সে সময়ের কথা চিন্তা করুন। এর সবকটি কি সরল বলে মনে হয়েছিল?

যদি সেরকম হয় তাহলে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি কেন আপনার কাছে সরল বলে মনে হয় তা প্রকাশ করার চেষ্টা করুন। হতে পারে যে, আপনার ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির ধারণা ইতিমধ্যে স্বাভাবিক সংখ্যাগুলি সম্পর্কে থাকা ধারণাগুলির সাথে মিলে যায়। তাহলে কি সন্তোষজনক উপায়ে এই ধারণাগুলি প্রসারিত হয়েছিল? ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির সমাধান আপনি কীভাবে বুঝেছিলেন তা মনে করার চেষ্টা করুন। আপনি কি প্রথমে নিয়মগুলি মুখস্থ করেছিলেন?

শ্রেণিকক্ষে কিছু শিক্ষার্থীর কথা ও তারা স্বাভাবিক সংখ্যাগুলি নিয়ে যে অসুবিধার সম্মুখীন হয়েছে তার কথা চিন্তা করুন। আপনি শিক্ষার্থীদের শিখিয়েছেন "দুটি ঋণাত্মত সংখ্যা একটি ধনাত্মক সংখ্যা তৈরি করে"। এই বিধিটি প্রয়োগ করতে গিয়ে তারা কোথায় গুলিয়ে ফেলে তা চিন্তা করুন। শিক্ষার্থীদের কীভাবে শুধু নিয়মগুলি মুখস্থের উপরে জোর না দিয়ে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি বুঝতে সহায়তা করা যায়?

2 ঋণাত্মক সংখ্যার প্রয়োজনীয়তা

এই ইউনিটের অ্যাক্টিভিটিগুলি শিক্ষার্থীদের ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি ব্যবহার করার কারণ এবং এগুলি কত কার্যকরী হতে পারে তা বুঝতে আপনাকে সহায়তা করবে। এগুলি শিক্ষার্থীদের শুধুমাত্র নিয়মগুলি মনে রাখার বদলে কীভাবে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি নিয়ে কাজ করতে হবে তা বোঝাতে সহায়তা প্রদান করবে। প্রথম অ্যাক্টিভিটিটি শিক্ষার্থীদের সংখ্যা পদ্ধতির অংশ হিসাবে ঋণাত্মক সংখ্যার প্রয়োজনীয়তাকে বোঝানোর জন্য স্থির করা হয়েছে।

এই ইউনিটে শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাক্টিভিটিগুলি ব্যবহার করার আগে, নিজেই সমস্ত অ্যাক্টিভিটি সম্পূর্ণ বা কমপক্ষে আংশিক পরখ করে নিতে পারলে ভাল হবে। যদি আপনি এগুলি কোনও সহকর্মীর সাথে চেষ্টা করে দেখেন, তাহলে এটি অভিজ্ঞতার আদানপ্রদানের ক্ষেত্রে সহায়ক হবে। অ্যাক্টিভিটিগুলি নিজে করার অর্থ, আপনি শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতা সম্বন্ধে জানতে পারছেন। যার ফলে আপনার শিক্ষন-শিখন পদ্ধতি এবং শিক্ষক হিসাবে আপনার অভিজ্ঞতা প্রভাবিত হবে।

অ্যাক্টিভিটি 1: ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির প্রয়োজনীয়তা অনুধাবন

প্রস্তুতি

এই অ্যাক্টিভিটিটি শিক্ষার্থীদের সংখ্যা পদ্ধতির অংশ হিসাবে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির প্রয়োজনীয়তা বুঝতে সহায়তা করার উদ্দেশ্যে তিনটি পৃথক পরামর্শ দেয়। সমস্ত ধারণাগুলি ব্যবহার করলে (অবশ্যই তা একটি পাঠে নয়) তা শিক্ষার্থীদেরকে ঋণাত্মক সংখ্যা সম্পর্কে চিন্তাভাবনা কে আরো প্রসারিত করার সুযোগ দেবে।

‘ধনাত্মক’ এবং ‘ঋণাত্মক’ প্রকাশ করতে পাহাড় এবং গভীর সমুদ্রের ছবিগুলি খোঁজার চেষ্টা করুন যাতে ‘উপরে’ বা ‘নীচে’র ধারণাটি শূন্যের সাথে আলোচিত হতে পারে, এখানে শূন্য হল সমুদ্রের জলস্তর। আপনি কি অন্যান্য পরিস্থিতিগুলির কথা চিন্তা করতে পারেন যেখানে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মকের ধারণাটি শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে আবশ্যিক এবং সহজাত বোধ থেকে আসে?

অ্যাক্টিভিটি

ধারণা 1: সমুদ্রে জলস্তরের উপরে এবং নীচে

দেওয়ালে কাগজের টুকরোতে বা ব্ল্যাকবোর্ডে একটি বড় ছবি আঁকুন। আপনার ছবিটিতে সমুদ্র, সমুদ্রের উপরে পাহাড় এবং সমুদ্রের নীচে জলের তলদেশ যেন থাকে। ম্যাগাজিন থেকে আপনার সংগৃহীত অথবা আপনার আঁকা ছবিগুলি ব্যবহার করুন। উপযুক্ত হল একটি প্লেন, একটি অক্টোপাস, তিমি, নৌকা, একটি বাড়ি, গাড়ি, মাছ ইত্যাদি।

শিক্ষার্থীরা ব্ল্যাকবোর্ডে আঁকা ছবির কোথায় কোথায় বস্তুগুলি স্থাপন করবে তা জিজ্ঞাসা করুন। তাদের ‘সমুদ্রের জলস্তরের উপরে’ বা ‘সমুদ্রের জলস্তরের নীচে’ বলতে উৎসাহিত করুন। যখন সমস্ত জিনিস আটকানো হয়ে যাবে তখন প্লেনের উচ্চতা কত হতে পারে এবং সমুদ্রের জলস্তরের কত নীচে অক্টোপাস থাকতে পারে ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা করুন। ‘সমুদ্রের জলস্তরের নীচে’ চিহ্নিত করতে বিয়োগ চিহ্নটির উপস্থাপনা করুন।

ধারণা 2: রোবটের পদক্ষেপ

শ্রেণিকক্ষের কেন্দ্রে একটি স্থান তৈরি করুন, নিশ্চিত করুন যে, সমস্ত শিক্ষার্থী এই পথটি যেন দেখতে পায়। এটির কেন্দ্রটিতে চক দিয়ে ক্রস চিহ্ন আঁকুন এবং একজন শিক্ষার্থীকে ক্রসটির উপর দাঁড়াতে বলুন। সকলকে কল্পনা করতে বলুন যে, শিক্ষার্থীটি একটি রোবট যে

কেবল কোনও সরল রেখা ধরে সামনে আর পিছনে যেতে পারে। ক্রসচিহ্ন থেকে কতটা এগিয়ে গেল তা মাপতে কাগজের টুকরো বা চকের দাগ ব্যবহার করুন। একটি দাগ হল একটি পদক্ষেপের সমান।

রোবটকে 2 দাগ পর্যন্ত যেতে বলুন, তারপরে তাকে দুটি পদক্ষেপ পিছনে আসতে বলুন। শিক্ষার্থীদের ক্রসচিহ্নটিতে কোন সংখ্যাটি রাখা হবে তা বলতে বলুন - আশা করা যায় তারা শূন্য বলবে।

অন্যদের রোবটকে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা পর্যন্ত যেতে এবং তারপরে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা অবধি ফিরে আসতে বলুন। এখন রোবটকে 3 পর্যন্ত যেতে এবং তারপরে চারটি পদক্ষেপ পিছনের দিকে আসতে বলুন। রোবটটি শূন্যের বাইরে গেছে! শূন্য থেকে এক ধাপ পিছনে আসা বোঝাতে কোন সংখ্যা ব্যবহার করা যায়? শূন্যের বাইরে অন্যান্য সংখ্যাগুলি উপস্থাপনা করুন এবং শিক্ষার্থীদের রোবটকে কোথায় যেতে হবে তা বলে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি অনুশীলন করতে বলুন।

ধারণা 3: বেঞ্চ ব্যবহার করে একটি গেম

কোনও ঘরের সামনে যতগুলি সম্ভব বেঞ্চ স্থাপন করুন এবং বেঞ্চগুলিকে চকের রেখা দিয়ে আলাদা বসার জায়গায় ভাগ করুন। চক দিয়ে যে কোনও একটি আসনে (শেষ প্রান্তের আসনে নয়) শূন্য লিখুন এবং তারপরে বেঞ্চে শূন্যের ডান দিকের স্থানগুলিতে 1, 2, 3 ইত্যাদি লিখুন। শিক্ষার্থীদের জিজ্ঞাসা করুন বাম দিকের আসনগুলিকে কীভাবে সংখ্যা দেওয়া হবে। যদি তারা ঋণাত্মক চিহ্নটির কথা ভেবে না থাকে তবে তা ব্যবহারের পরামর্শ দিন।

তারপরে ঋণাত্মক এবং ধনাত্মক সংখ্যাগুলিকে সংশ্লিষ্ট করে গেমগুলি খেলুন। উদাহরণস্বরূপ:

- কোনও শিক্ষার্থীকে একটি আসনের পিছনে দাঁড় করান। সকল শিক্ষার্থী ঐ শিক্ষার্থীকে যে আসনে সরাতে চায় তা বলবে, যেমন '5' বা '–2' ইত্যাদি।
- আসনে কোনও শিক্ষার্থীকে বসতে বলুন এবং সকল শিক্ষার্থীকে জিজ্ঞাসা করুন ঐ শিক্ষার্থীর কোন আসনে বসা উচিত। তাদের ডানদিকের সংখ্যাগুলির জন্য কেবল '3' বা '5' ইত্যাদি ব্যবহার করতে উৎসাহিত করুন এবং শূন্যের বামদিকের সংখ্যাগুলির জন্য 'ঋণাত্মক 2', 'ঋণাত্মক 4' ইত্যাদি ব্যবহার করতে বলুন।

এরপরে কাজটিকে আরও কঠিন করে তুলুন। 5 লেবেলযুক্ত একটি আসনে কোনও শিক্ষার্থীকে বসান এবং সকল শিক্ষার্থীকে জিজ্ঞাসা করুন আসন 2-এ যেতে কতটা সরতে হবে। এটি আরও বেশি কঠিন কারণ 'ঋণাত্মক 3' শূন্যের সাপেক্ষে কোনও অবস্থানকে সূচিত করতে পারে এবং তিন ধাপ বাঁ দিকে সরানোর ক্রিয়াকে সূচিত করতে পারে। আপনি এই দুটি অর্থ নিয়ে যে আলোচনা করেছেন তা নিশ্চিত করুন।

এখন শিক্ষার্থীকে সরতে বলুন এবং তারপরে কীভাবে সরলে তার আগের সরে আসাটি 'বাতিল' হবে তা জিজ্ঞাসা করুন।

আত্মবিশ্বাস গঠনে সহায়তা করতে আপনি যত দূর সম্ভব এরকম গেমগুলি ব্যবহার করুন। আপনি বেঞ্চ ব্যবহার করার পরিবর্তে সংখ্যাগুলি দেওয়ালেও আটকাতে পারেন। এইভাবে শিক্ষার্থীরা গেমটির জন্য স্বাভাবিকভাবে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির যোগ এবং বিয়োগ ব্যবহার করবে।

ভিডিও: স্থানীয় সম্পদগুলি ব্যবহার করা

কেস স্টাডি 1: শ্রীমতি রিম্পার অ্যাক্টিভিটি 1-এর ব্যবহার নিয়ে চিন্তাভাবনা করেছেন

এটি এমন এক শিক্ষিকার বর্ণনা যিনি অ্যাক্টিভিটি 1 তার প্রাথমিক শিক্ষার্থীদের সাথে চেষ্টা করেছিলেন।

আমি মনে করতে পারি যে, আমার শিক্ষার্থীরা ঋণাত্মক সংখ্যাগুলিকে অপছন্দ করছিল। কারণ মনে রাখার জন্য অনেক কিছু রয়েছে এবং এটি সহজেই গুলিয়ে যেতে পারে বলে মনে হয়েছিল।

আমি তাদের সাথে অ্যাক্টিভিটি 1-এর গেমগুলির কয়েকটি খেলার সিদ্ধান্ত নিয়েছিলাম। তারা ইতোমধ্যে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির বিষয়ে জানত, তাই তারা দ্রুত বলতে পেরেছিল যে, অক্টোপাস ঋণাত্মক 8 মিটারে রয়েছে। আমি দেওয়ালের কাগজে স্কেল দিয়ে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চিহ্নিত করে একটি ছবি এঁকেছিলাম এবং এটি আমরা এই সংক্ষিপ্ত অ্যাক্টিভিটিটি করার পরে মুছে ফেলিনি। সকালবেলা শিক্ষার্থীদের বেশিরভাগ, তাদের আঁকা ছবিগুলি নিয়ে এসেছিল, তাই আমরা সেগুলি বড় ছবিতে সঠিক স্থানে রেখেছিলাম এবং ধনাত্মক এবং ঋনাত্মক সংখ্যাগুলির কথা চিন্তা করার একটি সুযোগ পেয়েছিলাম।

এর পরে আমরা বেঙ্গের খেলাটি খেলেছিলাম। তারা এটি উপভোগ করেছিল এবং যদিও তাদের ক্ষেত্রে কখনও কখনও শূন্য পেরিয়ে যাওয়া যেমন 5 থেকে -2 তে সরে যাওয়া শক্ত হয়েছিল, তারা এটি প্রচুর অনুশীলন করেছিল, কারণ তারা খেলাটি চালিয়ে যেতে চেয়েছিল। আমি অতি অবশ্যই তাদের প্রকৃত পদক্ষেপগুলির কথা বা অন্যদের নির্দেশ দানের কথা চিন্তা করব, যাতে যখন আমরা পাঠ্যপুস্তকে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি নিয়ে অনুশীলন শুরু করার সময় কী ঘটেছিল তা চোখের সামনে দেখতে পায়।

পাঠ্যপুস্তকের ব্যবহার আরও সহজ করতে, আমি ঠিক করেছি আমি এই ধারণাগুলির কয়েকটির পুনরাবৃত্তি করব এবং তারপরে শিক্ষার্থীদের সাথে আলোচনা করব যে, কীভাবে আমরা গাণিতিক সংকেতে করা আমাদের কাজকে রেকর্ড করতে পারি এবং ব্ল্যাকবোর্ডে তা লিখতে পারি। আশা করা যায়, অ্যাক্টিভিটিটি গাণিতিক সংকেতকে যোগের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত করে এবং পাঠ্যপুস্তকগুলিতে কী জানতে চাওয়া হয় তা দেখতে সমর্থ হবে।

আপনার শিক্ষাদানের অনুশীলনের প্রতিফলন

যখন আপনি আপনার শ্রেণির সাথে এ জাতীয় কোনও অ্যাক্টিভিটি করবেন তখন কতটা ভাল হয়েছিল এবং কতটা ভাল হয়নি তা নিয়ে পরবর্তীকালে চিন্তা-ভাবনা করুন। শিক্ষার্থীদের আগ্রহী করে তোলে এমন প্রশ্নগুলি এবং যেগুলি ব্যাখ্যা করা প্রয়োজন তা বিবেচনা করুন। এ জাতীয় চিন্তা-ভাবনা সর্বদা একটি 'স্ক্রিপ্ট' খুঁজতে সহায়তা করে, যা আপনার শিক্ষার্থীদের নিকট গণিতকে আকর্ষণীয় এবং উপভোগ্য করতে আপনাকে সাহায্য করবে। যদি তারা বুঝতে না পারে ও কিছু করতে না পারে, তবে তারা অংশগ্রহণে কম আগ্রহী হবে।আপনি যখনই এই অ্যাক্টিভিটিগুলি করবেন তখন এই চিন্তাভাবনামূলক অনুশীলনীটি ব্যবহার করুন, নোট করবেন যেমনভাবে শ্রীমতী দাস করেছিলেন, কয়েকটি ছোটখাটো জিনিস তফাত গড়ে দিয়েছিল।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

এই কেস স্টাডিটিতে শ্রীমতী রিম্পা বলেছিলেন যে, তিনি কার্যকলাপের কয়েকটি পুনরায় করার কথা চিন্তা করেছিলেন

এবং গাণিতিক সংকেত এবং যোগ ব্যবহার করে ব্ল্যাকবোর্ডে ফলাফলগুলি রেকর্ড করবেন তা ভেবেছিলেন। শিক্ষার্থীদের এই অ্যাক্টিভিটিগুলি এবং গেমগুলি থেকে প্রচুর অভিজ্ঞতা লাভের পর এটি করার কী কী সুবিধা থাকতে পারে বলে আপনি মনে করেন?

এখন নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির কথা চিন্তা করুন:

- আপনার শ্রেণিতে অ্যাক্টিভিটিগুলি এবং গেমগুলি কেমন হয়েছিল?
- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন্ প্রতিক্রিয়া অপ্রত্যাশিত ছিল? এগুলি আপনাকে তাদের ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি অনুধাবন সম্পর্কে কী নির্দেশ করেছিল?
- আপনার শিক্ষার্থীদের বোধ খতিয়ে দেখতে আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন?
- কোন বিষয়গুলিতে আপনাকে জোর দিতে হয়েছিল বলে মনে হয়েছিল?
- আপনি পরের বার আপনার শিক্ষাদানে এই অ্যাক্টিভিটিগুলি ব্যবহার করতে গিয়ে পৃথকভাবে কী করবেন?

3 ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির বোধ বিকাশ করতে সংখ্যার রেখাগুলির ব্যবহার

চিত্র 1-এর মতো একটি সংখ্যারেখা হল একটি জ্যামিতিক ধারণা যা একটি সরল রেখায় পরপর নির্দিষ্ট দূরত্বে স্থাপিত বিন্দুগুলির একটি সেট হিসাবে কল্পনা করতে পারা যায়। গাণিতে একটি রেখার অসীম দৈর্ঘ্য থাকে এবং এটি পারস্পরিকভাবে বিপরীত দিকগুলিতেও অসীম, তবে এটি সর্বদা উৎস বা শূন্যে কেন্দ্রীভূত হবে। সংখ্যা রেখা শিক্ষার্থীদের ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির ধারণা তৈরি করতে এবং সেগুলি যোগ এবং বিয়োগ করা বুঝতে উৎসাহিত করতে পারে।

চিত্র 1 সংখ্যা রেখা।

একটি সংখ্যা রেখা এত কার্যকর যে, এটি যে কোনও শ্রেণিকক্ষে যেখানে গণিত শেখানো হয় সেখানে চিত্র 2-এর মতো, সমান দূরত্বে বিভাজিত হিসাবে প্রদর্শিত করা যেতে পারে।

চিত্র 2 ফাঁকা সংখ্যা রেখা

রেখাটি তৈরি করা হয় এমনভাবে যাতে এর বিভিন্ন সংখ্যাগুলি আলাদা লিখতে বা সংযুক্ত করতে পারা যায়। এর ফলে এটা সংখ্যা পদ্ধতির যে কোনও অংশ সম্পর্কে চিন্তা করতে ব্যবহার করা যাবে। তারপরে প্রতিটি ভাগ উপস্থাপিত করতে পারে:

- একক, দশক বা শতক ইত্যাদি।
- ভগ্নাংশ বা দশমিক বিন্দুসহ অত্যন্ত ছোট দশমিক সংখ্যা
- আদর্শ ফর্ম

– এছাড়াও অন্যান্য গাণিতিক ধারণা।

একবার শিক্ষার্থীরা কোনও দেওয়ালে বা তাদের বেঞ্চে সংখ্যা রেখা দেখতে অভ্যস্ত হলে, তারা তাদের যুক্তির পরীক্ষা করতে রেখাটি কল্পনা করতে সক্ষম হবে।

ঋণাত্মক সংখ্যার ধারণাতে কেবল উৎস হিসাবে শূন্য ব্যবহার করে ধনাত্মক সংখ্যাগুলির সাথে সম্পর্ক বিদ্যমান থাকে। অর্থাৎ একটি সংখ্যা রেখায় একটি বিন্দু নির্বাচিত করা হয় যা শূন্য মান দেওয়া হয়, শূন্যের একটি দিক ধনাত্মক এবং অন্য দিকটি ঋণাত্মক হয়। যা কোনও অনুভূমিক রেখার ডান-দিকের পাশটি ধনাত্মক সংখ্যা আর বাম পাশে ঋণাত্মক সংখ্যা চিহ্নিত করাই চিরাচরিত নিয়ম যা শিক্ষার্থীদের বিপরীত আঙ্গিক থেকে শিখতে সাহায্য করে।তবে একটি উল্লম্ব রেখা ব্যবহার করাও ভাল ধারণা, যেখানে শূন্যের উপরের সংখ্যাগুলি ধনাত্মক সংখ্যা এবং শূন্যের নীচের সংখ্যাগুলি ঋণাত্মক সংখ্যা বোঝায়।

একটি অনুভূমিক রেখা বা উল্লম্ব রেখা যাই ব্যবহার করা হোক না কেন, শূন্য চিহ্নিত আছে এমন বিন্দুতে সরে যাওয়ার বিষয়টি শিক্ষার্থীদের বুঝতে সহায়তা করে যে, এটি শুধু একটি অসীম রেখার অংশ। আর এই অংশটি ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির পাঠগুলিতে বিবেচিত হচ্ছে, কারণ শূন্যতে গিয়ে জিনিসগুলির পরিবর্তন ঘটে।

নিম্নলিখিত অ্যাক্টিভিটিটি ব্ল্যাকবোর্ডে আঁকা একটি সংখ্যা রেখাকে এমনভাবে ব্যবহার করে যা শিক্ষার্থীদের কীভাবে ঋণাত্মক সংখ্যা নিয়ে ব্যবহার করতে হবে এবং যোগ এবং বিয়োগ করতে হবে তা চিন্তা করতে সহায়তা করবে। অ্যাক্টিভিটিটি 'মনে করা যাক যদি ...' অভিব্যক্তিটিও ব্যবহার করে। এই অভিব্যক্তিটি শিক্ষার্থীদের তাদের কল্পনা ব্যবহার করতে সহায়তা করে এবং এটি গণিত কেবল 'সঠিক' বা 'ভুল' হতে পারে এই বিশ্বাস দ্বারা সীমাবদ্ধ করে না। এটি গাণিতিক মডেলিংয়ের ক্ষেত্রে বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ জেনে (যেমন শব্দের ক্ষেত্রে সমস্যাগুলিতে), যেখানে একটি মডেল বোঝার অবস্থাকে চিহ্নিত করে, যা আবশ্যিকভাবেই সমস্ত ক্ষেত্রে কার্যকর নয় বা একটি বাস্তব জীবনের পরিস্থিতিকে প্রতিফলিত নাও করতে পারে (ব্রুনার, 1986)।

অ্যাক্টিভিটি 2: ভুল ধারণা এবং ভুল থেকে শেখা

অংশ 1: এটি কতটা ইতিবাচক ছিল?

–10 থেকে 10 অবধি ব্ল্যাকবোর্ডে একটি সংখ্যার রেখা অঙ্কন করুন। শিক্ষার্থীদের সম্ভাব্য ইতিবাচক জিনিসগুলির কল্পনা করতে বলুন এবং তারা এটি সংখ্যার রেখায় কোথায় স্থাপন করবে তা কল্পনা করতে বলুন। উদাহরণস্বরূপ 'কেউ আমাকে 10 টাকা দিল' এটি হল সামান্য ইতিবাচক, 'কেউ আমাকে 100 টাকা দিল' এটি আরও বেশি ইতিবাচক।

তারপরে তাদের নেতিবাচক বিষয়গুলির কথা বলতে বলুন, যেমন 'আমি খেয়াল করিনি বলে পাশ দিয়ে একটি রিকশা যাওয়ার সময় আমার নতুন পোশাকটি জল কাদায় ভরে গেল, বা 'আমাদের ক্রিকেট দলটি একটি ম্যাচ হেরে গেল'। প্রতিবার তাদের কল্পনা করতে বলুন যে, সংখ্যা রেখায় ধারণাটি কোথায় রাখবে, "তারা কী পরিমাণ ইতিবাচক অনুভব করছে?" তা কল্পনা করতে বলুন বা 'এটি কী পরিমাণ নেতিবাচক ছিল?'

অংশ 2: 'আনন্দের' মডেল

অংশ 1-এ ধারণাগুলি তারপরে ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি যোগ এবং বিয়োগ করায় প্রসারিত করা যায়।

শ্রেণিকে বলুন:

> আমি আজ ভালো অনুভব করছি; কল্পনা করো এটাকে আনন্দ অনুভবের সংখ্যা রেখা স্কেলে 2 বলছি।

> এবার কল্পনা করো, আমাকে কেউ নয়টি মিষ্টি দেয় (একটি ইতিবাচক অনুভূতি!), আমি তখন কেমন অনুভব করব? হ্যাঁ, আমি 4 থেকে 6-এ যেতে পারি।
>
> এখন কল্পনা করো যদি কেউ আমাকে বলে যে, আমাকে স্কুলের পরেও থাকতে হবে (নেতিবাচক), তবে আমি তখন কেমন অনুভব করব? হ্যাঁ, 5 থেকে 1-এ নেমে আসব।
>
> কল্পনা করো যদি তোমরা আমার সাতটি চকোলেট নিয়ে নিলে , আমি কেমন অনুভব করব? দুঃখিত? হ্যাঁ, আমাকে 7 থেকে –2 এ নেমে যেতে হবে।
>
> যদি আমি তাড়াতাড়ি বাড়ি যাই তাহলে তুমি কী বলবে?
>
> …
>
> কিছু ইতিবাচক যোগ করা বা কিছু নেতিবাচক নিয়ে নেওয়া পরিস্থিতিটির উন্নতি করে (সংখ্যা রেখা ধরে উপরে যাওয়া)।
>
> কিছু নেতিবাচক যোগ করা বা ইতিবাচক কিছু নিয়ে নেওয়া পরিস্থিতিটিকে আরও খারাপ করে (সংখ্যা রেখা ধরে নীচে যাওয়া)।
>
> (উৎস: অংশ 2 NRICH থেকে নেওয়া হয়েছে, তারিখবিহীন।)

ভিডিও: শেখার জন্য কথা বলা

কেস স্টাডি 2: শ্রীমতী শ্যামলী অ্যাক্টিভিটি 2-এর ব্যবহার নিয়ে চিন্তাভাবনা করেছেন

আমি শ্রেণিকে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যা ব্যাখ্যা করতে অ্যাক্টিভিটি 2-এ থাকা ধারণাগুলি ব্যবহার করেছিলাম। শুরু করার আগে আমি বলেছিলাম, 'আমি বিশ্বাস করি ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি যোগ এবং বিয়োগ করা ধারণাটি তৈরি করতে পারে'।

আমি ব্ল্যাকবোর্ডের উপরের অংশ জুড়ে, একটি লম্বা সংখ্যা রেখা এঁকেছিলাম। শিক্ষার্থীদের সাথে আমি 'যে বিষয়গুলি ইতিবাচক' এবং 'যে বিষয়গুলি নেতিবাচক' সেগুলি নিয়ে আলোচনা করেছিলাম। আমরা বেশ কিছু সময় ধরে এই নিয়ে আলোচনা করেছি যে, যদি কেউ তোমাকে কোনও ইতিবাচক জিনিস দেয় বা যদি কেউ একটি নিয়ে নেয় তবে কেমন অনুভব করবে। যদি কেউ তোমাকে কোনও নেতিবাচক জিনিস দেয় বা যদি কেউ একটি নিয়ে যায় তবে তুমি কেমন অনুভব করবে সে নিয়েও কথা বলেছিলাম।

তারপরে আমরা আনন্দের মডেলটি ব্যবহার করা শুরু করেছিলাম। আমি মিষ্টি পাওয়া এবং মিষ্টি হারানো নিয়ে আলোচনা করেছিলাম যেখান আমি সুখের একটি স্কেলে ছিলাম এবং তারপরে আমি যা বলছিলাম সেই গাণিতিক রাশিমালাটি লিখে রেখেছিলাম। আমি শিক্ষার্থীদের বেশ কয়েকজনকে স্কেল ব্যবহার করে তাদের নিজেদের গল্প বলতে বলেছিলাম এবং তারা গল্প বলার সাথে সাথে আমি সারাংশটি লেখা দিয়ে শুরু করেছিলাম।

আমি তারপরে শিক্ষার্থীদের তিন বা চারজনের দলে কাজ করতে বলেছিলাম। তারা তাদের ডেস্কে চক দিয়ে একটি সংখ্যার রেখা এঁকেছিল তারপরে একজন একটি গল্প বলল, সে সময় অন্য একজন সংখ্যার রেখায় যেখানে ছিল তা নির্দেশ করেছিল এবং অন্য একজন যে যোগ বা বিয়োগ করছিল তা লিখেছিল। আমি কখনও এত হাসি দেখিনি!

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনার শ্রেণিতে অ্যাক্টিভিটি 2টি কত ভালভাবে চলেছিল?
- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন প্রতিক্রিয়া অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- আপনি কি কোনও ভাবে আপনার কাজটি ঈষৎ পরিবর্তন করেছিলেন? যদি তাই হয় তবে এটির জন্য আপনার পক্ষে যুক্তি কী ছিল?
- আপনার শিক্ষার্থীদের ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির বোধ সম্পর্কে আপনি কী শিখেছিলেন?

4 যোগ এবং বিয়োগ প্রক্রিয়ার অর্থ

যোগ এবং বিয়োগের প্রক্রিয়াটি পারস্পরিকভাবে বিপরীত গাণিতিক প্রক্রিয়া। উদাহরণস্বরূপ:

$5 + 1 = 6$

$6 – 1 = 5$

$6 – 5 = 1$

কিছু গবেষকদের মতে (লিনচেভস্কি এবং উইলিয়ামস, 1999; ব্রুনো এবং মার্টিনন, 1999) বিয়োগের দক্ষতা শিক্ষার্থীদের 'ঋণাত্মক সংখ্যা'গুলির ধারণাটি শিখতে সহায়তা করে। যোগ এবং বিয়োগের উপায়গুলি পূর্ণসংখ্যাগুলির ক্ষেত্রে আন্তঃপরিবর্তনযোগ্য হয়। উদাহরণস্বরূপ:

$3 + 5 = 8 = 3 – (–5)$

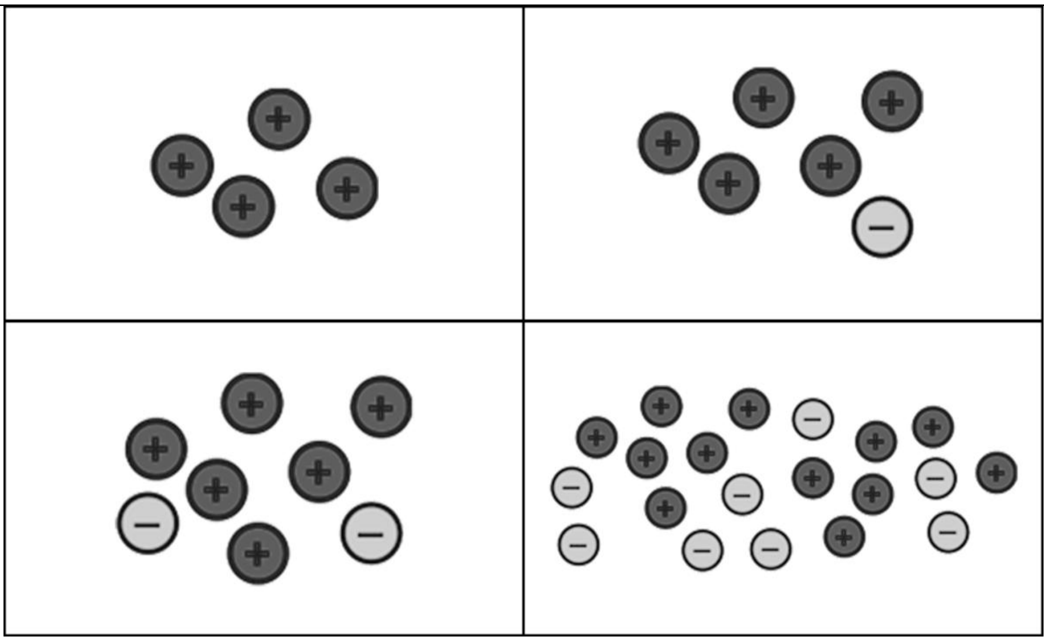
পরবর্তী অ্যাক্টিভিটিটি আপনার শিক্ষার্থীদের ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি গণনার সাথে যুক্ত চিন্তাভাবনার প্রক্রিয়াগুলিতে আলোকপাত করে।

অ্যাক্টিভিটি 3: ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি যোগ করা

অংশ 1: ঋণাত্মক সংখ্যার সাথে যোগ এবং বিয়োগ বুঝতে 'কাউন্টারস' মডেল ব্যবহার করা

এই অ্যাক্টিভিটিটির জন্য আপনার কিছু পরিমাণ কাউন্টার বা দুটি পৃথক রঙের কার্ডের টুকরোর প্রয়োজন হবে। একটি রঙ থাকবে ধনাত্মক চিহ্নের জন্য এবং অন্য রঙটি ঋণাত্মক চিহ্নটি প্রদর্শন করবে। এই অ্যাক্টিভিটিটির জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হল শিক্ষার্থীদের ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি ব্যবহার করে যোগ এবং বিয়োগ সম্পর্কে আলোচনা করা এবং তাদের চিন্তা ভাবনাকে প্রসারিত করা। যখন আপনি পাঠ পরিকল্পনা করছেন তখন আপনি সম্পদ 2 দেখতে চাইতে পারেন।

আপনার শিক্ষার্থীদের বলুন যে, কাউন্টারের নিম্নলিখিত বিন্যাসের যোগফল চার অবধি হবে।



চিত্র 3 কাউন্টারগুলির বিবিধ বিন্যাস, যার সমষ্টি চার অবধি হয়

- শিক্ষার্থীদের অন্যান্য সম্ভাবনার কিছু পরামর্শ দিতে বলুন।
- কীভাবে এর মাধ্যমে 4 উপস্থাপিত করে তা ব্যাখ্যা করতে বলুন।
- এখন মাত্র দুটি 'ঋণাত্মক' কাউন্টার দিয়ে শুরু করে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কাউন্টারগুলি দিয়ে বিবিধ উপায়ে –2 কে উপস্থাপনা করুন। নিশ্চিত করুন যে, শিক্ষার্থীদের নিজেদের মধ্যে কিছু প্রস্তাব করতে বলেছেন।
- কেন সমস্ত বিভিন্ন উপস্থাপনা -2 কে উপস্থাপনা করে তা কি তারা ব্যাখ্যা করতে পারবে?

অংশ 2: ছোট ছোট দলগুলিতে বৃহত্তর সংখ্যাগুলির জন্য 'কাউন্টারগুলি' ব্যবহার করা

শিক্ষার্থীদের ছোট ছোট দলগুলিতে রাখুন এবং তাদের বলুন:

- কাউন্টারগুলি বা রঙিন কাগজগুলির টুকরো ব্যবহার করে দশের নীচে একটি সংখ্যা বেছে নিন এবং ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কাউন্টারগুলি ব্যবহার করে সেই সংখ্যাটির কমপক্ষে চারটি উপস্থাপনা তৈরি করুন।
- আপনার উপস্থাপনাগুলি যোগের অতিরিক্ত হিসাবে নথিবদ্ধ করুন।
- একটি ঋণাত্মক সংখ্যা বেছে নিন এবং একই জিনিস করুন।
- যদি আপনার সময় থাকে তবে আপনাকে চ্যালেঞ্জ জানাবে এমন অন্য একটি সংখ্যা বেছে নিন।
- আপনার উপস্থাপনার প্রতিটির যোগফল লিখুন।
- সেগুলি চিহ্নিত করতে অন্য দলের সাথে অদলবদল করুন।

সম্ভবপর হলে, NRICH ওয়েবসাইটে গিয়ে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কাউন্টারগুলির ধারণা বিকাশ করতে আরও অনেক উপায় অনুসন্ধান করুন।

(উৎস: অংশ 1 NRICH থেকে নেওয়া হয়েছে, তারিখবিহীন।)

ভিডিও: স্থানীয় সম্পদগুলি ব্যবহার করা

কেস স্টাডি 3: শ্রীমতী সৃজিতা অ্যাক্টিভিটি 3-এর ব্যবহারকে প্রদর্শিত করেছেন

আমি আমার শ্রেণিতে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কাউন্টারগুলি ব্যবহার করেছি, কারণ ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি ব্যবহার করে কীভাবে কাজ করতে হয় তা বোঝা তাদের পক্ষে কঠিন হচ্ছে। আমি ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক চিহ্নযুক্ত কাগজের কয়েকটি প্লেট নিয়ে শুরু করেছিলাম আর শিক্ষার্থীদের শ্রেণিতে সবার সামনে ধরতে বলেছিলাম।

তারা বিন্যাসের কয়েকটি ভাল ধারণা নিয়ে এসেছিল যা 4 তৈরি করেছিল। ঋণাত্মক 2-এর জন্য পরামর্শগুলি শুরু করতে তাদের বেশি সময় লেগেছিল তবে তারা শীঘ্রই তা করেছিল। আমি ব্ল্যাকবোর্ডে মোট ধনাত্মক সংখ্যাগুলি আর মোট ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি লিখেছিলাম এবং তারপরে শিক্ষার্থীদের সেগুলি একত্রে রাখার চিহ্নটি জিজ্ঞাসা করেছিলাম। তারা দ্রুত 'যোগ' চিহ্নটির পরামর্শ দিয়েছিল।

আমি শিক্ষার্থীদের পরের অ্যাক্টিভিটিটির জন্য ছয় জনের দলে রেখেছিলাম, কারণ আমার শ্রেণিতে প্রায় 60 জন শিক্ষার্থী ছিল এবং তারা একসাথে ভাল কাজ করেছিল। প্রত্যেকটি দলে দুটি রঙের দশ টুকরো কাগজ ছিল এবং তারা নিজেরাই তাতে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক চিহ্নগুলি লিখেছিল। তারা প্রতিটি সংখ্যার জন্য তাদের বেছে নেওয়া তিনটি পৃথক উপস্থাপনা করেছিল এবং আমিও নিশ্চিত করেছিলাম যে, তারা আশেপাশের দলগুলির চেয়ে আলাদা সংখ্যা বেছে নিয়েছে। তারা কাগজের টুকরোগুলিতে তাদের অতিরিক্ত যোগফল লিখেছিল, যা আমরা দেওয়ালে আটকে দিয়েছিলাম, যাতে প্রত্যেকে তা দেখতে পায়।

আমি দেখতে চেয়েছিলাম যে, যখন আপনি একটি ঋণাত্মক সংখ্যা নিয়ে যান তখন যা ঘটে, তা তাদের বোঝার সুবিধার জন্য কয়েকটি ধারণা ব্যবহার করতে পারি কি না এবং অবশ্যই আপনি পারেন! আমি কাগজের প্লেটগুলি আবারও বের করেছিলাম এবং ধনাত্মক 8 এবং ঋণাত্মক 3 ব্যবহার করে 5 তৈরি করেছিলাম। আমি জিজ্ঞাসা করেছিলাম যে, যদি আমি ঋণাত্মক 2 নিয়ে নিই তবে কী ঘটবে, তারা প্রত্যেকে আমাকে উত্তর দিয়েছিল যে 7 হবে।

আমি ব্ল্যাকবোর্ডে লিখেছিলাম:

$$5 - (-2) = 7$$

হোমওয়ার্কের জন্য আমি তাদের পাঠ্যপুস্তকে তিনটি একই রকম উদাহরণ দেখতে বলেছিলাম যেমন $5 - (-2) = 7$ এবং এই যোগফলগুলি দেখতে কেমন হবে তার একটি কাউন্টার অঙ্কন করতে বলেছিলাম।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

কেস স্টাডিটিতে শ্রীমতী সৃজিতা শ্রেণির সকলকে জিজ্ঞাসা করেছিলেন যে বিন্যাসটিকে একসাথে রাখতে কোন চিহ্নের প্রয়োজন। সঠিক উত্তরটি দেওয়া হয়েছিল তবে আপনি কি মনে করেন তিনি এই মুহূর্তে নিশ্চিত হতে পারেন যে, সমস্ত শিক্ষার্থী এটি সম্পূর্ণরূপে বুঝতে পেরেছিল? সমস্ত শিক্ষার্থী উত্তরটি নিয়ে চিন্তাভাবনা করেছে এবং আলোচনায় অংশ নিয়েছিল তা নিশ্চিত করতে তিনি আর কোন কৌশল ব্যবহার করেছিলেন?

এখন নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির কথা চিন্তা করুন:

- যখন আপনি অ্যাক্টিভিটি 3 কার্যকর করবেন আপনার শিক্ষার্থীদের অনুধাবনকে প্রমাণ করতে কোন প্রশ্নগুলি ব্যবহার করবেন?
- আপনি কি কখনও মধ্যস্থতা করার প্রয়োজনীয়তা অনুভব করেছিলেন?
- এমনকি কোনও পয়েন্ট রয়েছে যেখানে আপনি অনুভব করেন, আপনার কয়েকজন শিক্ষার্থীর বা সকলের সেগুলির অনুধাবন নিশ্চিত করতে পুনরায় তা করা প্রয়োজন?

5 সারসংক্ষেপ

এই ইউনিটটি ঋণাত্মক সংখ্যা, সেগুলি কেন প্রয়োজন এবং কীভাবে সেগুলি নিয়ে কাজ করতে পারা যায় তার উপরে আলোকপাত করেছে। এই ইউনিটটি পড়ে আপনি ভেবেছেন যে, কীভাবে আপনার শিক্ষার্থীদেরকে ঋণাত্মক সংখ্যার প্রকৃত অর্থ কল্পনার চোখে দেখানো যায় এবং ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির যোগফল এবং বিয়োগফল কীভাবে দেখা যায়। আপনি আপনার শিক্ষার্থীর কল্পনাকে জোর দিতে 'মনে কর যদি...' অভিব্যক্তিটিও ব্যবহার করেছেন।

শিক্ষার্থীদের ঋণাত্মক সংখ্যাগুলি নিয়ে কাজ করার সমৃদ্ধ এবং বৈচিত্র্যযুক্ত অভিজ্ঞতা প্রয়োজন, যদি তাদেরকে বিশ্বকে প্রতিনিধিত্ব করতে গণিত ব্যবহারের সাধারণ অংশ হিসেবে নিজেদের দেখতে হয়। এই ইউনিটের অ্যাক্টিভিটিগুলি শিক্ষার্থীদের ঋণাত্মক সংখ্যাগুলির অভিজ্ঞতা এবং অনুধাবনের সুযোগ করে দিতে বিভিন্ন উপায় পরখ করে দেখেছে।

এছাড়াও আপনি দেখেছেন যে, শেখার উপর ও কীভাবে শেখার বিষয়টি ঘটে তা প্রদর্শন করা, পড়ানোর ক্ষেত্রে আপনাকে আরো ভাল করে তুলতে সহায়তা করে।

সম্পদসমূহ

সম্পদ 1: NCF/NCFTE শিক্ষাদানের প্রয়োজনীয়তাগুলি

এই ইউনিটটি NCF (2005) ও NCFTE (2009)-এর নিম্নলিখিত শিক্ষাদানের প্রয়োজনীয়তাগুলির সাথে যুক্ত করে এবং আপনাকে সেই প্রয়োজনীয়তাগুলি পূরণ করতে সহায়তা করবে:

- শিক্ষার্থীদের তাদের নিজস্ব শিক্ষাতে সক্রিয় অংশগ্রহণকারী হিসেবে দেখুন, তাদেরকে কেবল জ্ঞান গ্রহণকারী হিসাবে দেখবেন না; কীভাবে তাদের জ্ঞান গঠনের ক্ষমতায় উৎসাহ দান করবেন; কীভাবে মুখস্থের পদ্ধতিগুলি থেকে শিক্ষাদানটি সরিয়ে আনবেন তা ভাবুন।
- শিক্ষার্থীদেরকে গণিতকে কথা বলার, যোগাযোগের মাধ্যম হিসাবে, নিজেদের মধ্যে আলোচনা করতে, একসাথে কাজ করতে ব্যবহার করতে দিন।

সম্পদ 2: শেখার জন্য কথা বলা

শেখার জন্য কথা বলা গুরুত্বপূর্ণ কেন

কথা বলা মানুষের বিকাশের একটা অংশ, যা আমাদেরকে চিন্তা করতে, শিখতে এবং সারা বিশ্ব সম্বন্ধে ধারণা পেতে সাহায্য করে। মানুষেরা যুক্তি, জ্ঞান ও বোধের বিকাশের উপকরণ হিসেবে ভাষাকে ব্যবহার করে। অতএব, শিক্ষার্থীদেরকে তাদের শেখার অভিজ্ঞতার অংশ হিসেবে কথা বলতে উৎসাহ দেওয়ার অর্থ হল তাদের শিক্ষাগত অগ্রগতির বৃদ্ধি ঘটানো। যে ধারণাগুলো শেখা হচ্ছে সেগুলো সম্বন্ধে আলোচনা করার অর্থ হল:

- সেই ধারণাগুলো খতিয়ে দেখা হচ্ছে
- যুক্তির উন্নতি এবং সংগঠিত করা হচ্ছে
- প্রকৃত অর্থে, শিক্ষার্থীরা আরো বেশি শিখছে

শ্রেণিকক্ষে শিক্ষার্থীদের কথা ব্যবহারের বিভিন্ন উপায় আছে। বারবার পড়ে মুখস্থ করা থেকে উচ্চতর পর্যায়ের আলোচনা পর্যন্ত।

পরম্পরাগতভাবে, শিক্ষকের কথাই প্রাধান্য পেয়েছিল, আর শিক্ষার্থীদের কথা বা জ্ঞানের থেকে তাকে বেশি গুরুত্ব দেওয়া হয়। তবে শেখার জন্য কথাকে ব্যবহার করার সঙ্গে পাঠগুলোর পরিকল্পনাও জড়িত আছে। এতে শিক্ষার্থীরা আরো বেশি কথা বলতে পারে আর এমন একটি উপায়ে আরো বেশি শিখতে পারে যা তাদের পূর্বের অভিজ্ঞতার সঙ্গে সংযোগ স্থাপন করে। এটা শিক্ষক ও তাঁর শিক্ষার্থীদের মধ্যে একটা প্রশ্নোত্তর পর্বের থেকে অনেক বেশি কিছু। এতে শিক্ষার্থীদের নিজের ভাষা, ধারণা, যুক্তি ও আগ্রহগুলোকে আরো বেশি সময় দেওয়া হয়। আমাদের মধ্যে বেশির ভাগই কোনো কঠিন সমস্যা সম্বন্ধে অথবা কোনো কিছু জানার জন্য অন্যজনের সঙ্গে কথা বলতে চান, এবং শিক্ষকরা সুপরিকল্পিত অ্যাক্টিভিটিগুলোর সাহায্যে এই সহজাত প্রবৃত্তিকে আরো বৃদ্ধি করতে পারেন।

শ্রেণিকক্ষে শিখনমূলক অ্যাক্টিভিটিগুলোর জন্য কথা বলার পরিকল্পনা করা

কথা বলার অ্যাক্টিভিটিগুলো পরিকল্পনা করা শুধুমাত্র সাক্ষরতা ও শব্দভান্ডার শেখার পাঠের জন্য নয়; এটা গণিত ও বিজ্ঞান এবং অন্যান্য বিষয়গুলি পরিকল্পনা করারও অংশ। এটা সমগ্র অক্ষরজ্ঞান শ্রেণি, জুটিবদ্ধ ও দলবদ্ধ কাজ, ঘরের বাইরের অ্যাক্টিভিটি, চরিত্রাভিনয়-ভিত্তিক অ্যাক্টিভিটি, লেখা, পড়া, বাস্তবসম্মত অনুসন্ধান ও সৃজনশীল কাজের ক্ষেত্রেও পরিকল্পনা করা যায়।

এমন কি সীমিত অক্ষরজ্ঞান ও সংখ্যাগত দক্ষতা আছে এমন অল্পবয়সী শিক্ষার্থীরাও উচ্চতর পর্যায়ের চিন্তাভাবনার দক্ষতা প্রদর্শন করতে পারে, যদি কাজটা তাদের পূর্বের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে গড়ে তোলার জন্য পরিকল্পনা করা হয় এবং তা উপভোগ্য হয়। উদাহরণস্বরূপ, শিক্ষার্থীরা একটি গল্প, পশু বা ফটোর কোনো আকার, আঁকা ছবি থেকে বাস্তব জিনিসগুলো সম্বন্ধে পূর্বাভাস দিতে পারে। শিক্ষার্থীরা একটি চরিত্র অভিনয়ের মাধ্যমে কোনো পুতুল বা চরিত্রের কাছে সমস্যাগুলো সম্পর্কে তাদের পরামর্শ এবং সম্ভাব্য সমাধানগুলো জানাতে পারে।

আপনি শিক্ষার্থীদের কী শেখাতে ও চিন্তাভাবনা করাতে চান, এবং আপনি শিক্ষার্থীদের দিয়ে কোন ধরনের আলোচনা প্রস্তুত করাতে চান, তাকে কেন্দ্র করে পাঠটির পরিকল্পনা করুন। কিছু ধরনের আলোচনা অনুসন্ধানমূলক হয়, যেমন: 'এরপরে কী ঘটতে পারে?', 'আমরা কি আগে এটা দেখেছি?', 'এটা কী হতে পারে?' বা 'এর কারণ কী বলে মনে হয়?' অন্যান্য ধরনের আলোচনা আরো বেশি বিশ্লেষণমূলক হয়, যেমন ধারণা, প্রমাণ বা প্রস্তাবগুলোর গুরুত্ব যথার্থতা মেপে দেখা।

এটাকে আকর্ষণীয়, উপভোগ্য করে তুলতে চেষ্টা করুন এবং সমস্ত শিক্ষার্থীদের মধ্যে আলোচনায় অংশ নেওয়াকে সম্ভব করে তুলুন। শিক্ষার্থীরা স্বচ্ছন্দে ও নিরাপদে উপহাসের ভয় ছাড়া কিংবা তারা ভুল করছে এটা অনুভব করানো ছাড়াই মত প্রকাশ করতে পারে এবং ধারণাগুলো খতিয়ে দেখতে পারে সে রকম পরিবেশ থাকা প্রয়োজন।

শিক্ষার্থীদের আলোচনার ভিত্তিতে প্রসার ঘটানো

শেখার জন্য কথা বলা শিক্ষকদের এগুলি করার সুযোগ দেয়:

- শিক্ষার্থীদের বক্তব্য শোনা
- শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলোর প্রশংসা করা এবং প্রসার ঘটানো
- এটাকে আরো প্রসারিত করার জন্য শিক্ষার্থীদেরকে উৎসাহ দেওয়া।

সমস্ত উত্তরগুলোকে লিখিত বা প্রথাগতভাবে মূল্যায়ন করতে হবে না, কারণ আলোচনার মাধ্যমে ধারণাগুলোর বিকাশ করা হল শেখার একটা গুরুত্বপূর্ণ অংশ। তাদের অভিজ্ঞতা ও ধারণাগুলোকে ব্যবহার করে তাদের শেখাকে প্রাসঙ্গিক অনুভব করাতে হবে। সেরা শিক্ষার্থীদের আলোচনা অনুসন্ধানমূলক হয়, অর্থাৎ শিক্ষার্থীরা একে অন্যের ধারণাগুলোকে খতিয়ে দেখে ও চ্যালেঞ্জ জানায়, যাতে তারা তাদের উত্তরগুলো সম্বন্ধে আত্মবিশ্বাসী হয়ে উঠতে পারে। একসাথে আলোচনারত দলগুলোকে উৎসাহ দিতে হবে যাতে তারা সহজে কোনো উত্তর স্বীকার না করে, সে যেই দিয়ে থাকুক না কেন। আপনি সমগ্র শ্রেণির ব্যবস্থাতে 'কেন?', 'তুমি কীভাবে সেই সিদ্ধান্ত নিয়েছিলে?' বা 'তুমি কী এই সমাধানে কোনো সমস্যা দেখতে পাও?' এই ধরনের অনুসন্ধানমূলক প্রশ্ন ব্যবহারের মাধ্যমে চিন্তাভাবনাকে চ্যালেঞ্জ জানানোর মডেল প্রস্তুত করতে পারেন। আপনি শ্রেণিকক্ষের চারদিকে ঘোরাফেরা করে শিক্ষার্থীদের দলগুলোর কথা শুনতে পারেন এবং এই ধরনের প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করে তাদের চিন্তাভাবনাকে প্রসারিত করতে পারেন।

শিক্ষার্থীদের আলোচনা, ধারণা ও অভিজ্ঞতাগুলোকে গুরুত্ব দেওয়া ও প্রশংসা করা হলে তারা উৎসাহিত হবে। শিক্ষার্থীদের কথা বলা, মন দিয়ে শোনা, একে অন্যকে প্রশ্ন করা এবং বাধা না দিতে শেখার সময় এরকম আচরণের জন্য তাদের প্রশংসা করুন। শ্রেণির পিছিয়ে থাকা শিক্ষার্থীদের সম্বন্ধে সচেতন থাকুন এবং আপনি কীভাবে তাদেরকে অন্তর্ভুক্ত করা সুনিশ্চিত করতে পারেন সেই বিষয়ে ভাবুন। সমস্ত শিক্ষার্থীকে পূর্ণরূপে অংশগ্রহণের সুযোগ করে দেয় এমনভাবে কাজ করার উপায়গুলি প্রতিষ্ঠা করার জন্য কিছু সময় লাগতে পারে।

শিক্ষার্থীদের নিজে থেকে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে উৎসাহ দান

আপনার শ্রেণিকক্ষে প্রচুর সমস্যাবহুল প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা এবং শিক্ষার্থীদের ধারণাগুলোকে মান্যতা দেওয়া ও প্রশংসা করা হয় এমন পরিবেশ তৈরি করুন। শিক্ষার্থীরা যদি ভয় পায় যে তাদের প্রশ্নগুলোকে কীভাবে গ্রহণ করা হবে, কিংবা তারা যদি ভাবে যে, তাদের ধারণাগুলোকে গুরুত্ব দেওয়া হবে না, তাহলে তারা প্রশ্ন করবে না। শিক্ষার্থীদের প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে আমন্ত্রণ জানালে তাদেরকে কৌতুহল হতে উৎসাহ দেয়, তাদেরকে শেখানোর ব্যাপারে ভিন্ন কোনো উপায়ে ভাবতে এবং তাদের দৃষ্টিভঙ্গী বুঝতে আপনাকে সাহায্য করে।

আপনি কিছু নিয়মিত দলগত বা জুটিবদ্ধ কাজ, হয়ত বা 'শিক্ষার্থীদের প্রশ্নকাল' পরিকল্পনা করতে পারেন, যাতে শিক্ষার্থীরা প্রশ্ন উত্থাপন করতে বা ব্যাখ্যা চাইতে পারে।

আপনি এগুলি করতে পারেন:

- আপনার পাঠের একটি বিভাগকে 'তোমার কোনো প্রশ্ন থাকলে হাত ওঠাও' নামকরণ করতে পারেন
- একজন শিক্ষার্থীকে হট-সিটে বসান, আর অন্যান্য শিক্ষার্থীদেরকে উৎসাহ দিন সেই শিক্ষার্থীকে এমনভাবে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করতে যেন সে উদাহরণস্বরূপ পীথাগোরাস বা মীরাবাঈয়ের চরিত্রে অভিনয় করছে
- জুটিবদ্ধভাবে বা ছোট ছোট দলে 'আমাকে আরো বলো' খেলাটা খেলুন
- সাধারণ অনুসন্ধান অভ্যাস করার জন্য শিক্ষার্থীদের কে/কী/কোথায়/কখন/কেন প্রশ্নগুলো সহ একটি প্রশ্ন তালিকা দিন
- শিক্ষার্থীদের কিছু তথ্য দিন (যেমন ওয়ার্ল্ড ডেটা ব্যাংক থেকে লভ্য তথ্য, যেমন বিভিন্ন দেশে পূর্ণ সময়ের শিক্ষায় থাকা শিশুদের শতকরা হার বা কেবলমাত্র স্তন্যপান করানোর হার) এবং আপনি এই তথ্য সম্বন্ধে কী কী প্রশ্ন করতে পারেন সেই বিষয়ে তাদেরকে ভাবতে বলুন
- শিক্ষার্থীদের সপ্তাহের সেরা প্রশ্নের তালিকা সহ প্রশ্নের দেওয়ালের একটি নকশা প্রস্তুত করুন

শিক্ষার্থীরা যখন তাদের কাছ থেকে আসা প্রশ্নগুলো জিজ্ঞসা করা ও তার উত্তর দেওয়ার জন্য স্বাধীন হয়, তখন আপনি তাদের আগ্রহ ও চিন্তাভাবনার স্তর দেখে প্রশংসাপূর্ণভাবে বিস্মিত হতে পারেন। শিক্ষার্থীরা যখন কীভাবে আরো স্পষ্ট ও নির্ভুলভাবে মতবিনিময় করা যায় তা শেখে তাতে তারা শুধু যে তাদের মৌখিক ও লিখিত শব্দভান্ডার বৃদ্ধি হয় শুধু তাই নয় এর ফলে তাদের নতুন জ্ঞান ও দক্ষতাও বিকশিত হয়।

অতিরিক্ত সম্পদসমূহ

- Kajer Madhyme Ganit, SCERT (WB)
- A newly developed maths portal by the Karnataka government: http://karnatakaeducation.org.in/KOER/en/index.php/Portal:Mathematics
- National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics: https://www.ncetm.org.uk/
- National STEM Centre: http://www.nationalstemcentre.org.uk/
- National Numeracy: http://www.nationalnumeracy.org.uk/home/index.html
- BBC Bitesize: http://www.bbc.co.uk/bitesize/
- Khan Academy's math section: https://www.khanacademy.org/math
- NRICH: http://nrich.maths.org/frontpage
- Art of Problem Solving's resources page: http://www.artofproblemsolving.com/Resources/index.php
- Teachnology: http://www.teach-nology.com/worksheets/math/
- Math Playground's logic games: http://www.mathplayground.com/logicgames.html
- Maths is Fun: http://www.mathsisfun.com/
- Coolmath4kids.com: http://www.coolmath4kids.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 1 ('Aspects of Teaching Mathematics'), Block 2 ('Numbers (I)'), 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 4 ('On Spatial Learning'), Block 6 ('Thinking Mathematically'): http://www.ignou4ublog.com/2013/06/ignou-lmt-01-study-materialbooks.html
- *Manual of Mathematics Teaching Aids for Primary Schools*, published by NCERT: http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/pks-primarymanual.pdf
- *Learning Curve* and *At Right Angles*, periodicals about mathematics and its teaching: http://azimpremjifoundation.org/Foundation_Publications

- Textbooks developed by the Eklavya Foundation with activity-based teaching mathematics at the primary level: http://www.eklavya.in/pdfs/Catalouge/Eklavya_Catalogue_2012.pdf
- Central Board of Secondary Education's books and support material (also including *List of Hands-on Activities in Mathematics for Classes III to VIII*) – select 'CBSE publications', then 'Books and support material': http://cbse.nic.in/welcome.htm
- Ganit Prabha (VI) published by WBBSE

তথ্যসূত্র/গ্রন্থতালিকা

Bruner, J. (1986) *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bruno, A. and Martinon, A. (1999) 'The teaching of numerical extensions: the case of negative numbers', *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, vol. 30, no. 6, pp. 789–809.

Byers, V. and Herscovics, N. (1977) 'Understanding school mathematics', *Mathematics Teaching*, vol. 81, pp. 24–7.

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

Fishbein, E. (1987) *Intuition in Science and Mathematics: An Educational Approach*. Dordrecht: Reidel.

Linchevski, L. and Williams, J. (1999) 'Using intuition from everyday life in "filling" the gap in children's extension of their number concept to include the negative numbers', *Educational Studies in Mathematics*, vol. 39, nos 1–3, pp. 131–47.

National Council for Teacher Education (2009) *National Curriculum Framework for Teacher Education* (online). New Delhi: NCTE. Available from: http://www.ncte-india.org/publicnotice/NCFTE_2010.pdf (accessed 5 February 2014).

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

NRICH (undated) 'Making sense of positives and negatives: stage 3' (online). Available from: http://nrich.maths.org/9958 (accessed 6 February 2014).

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

কৃতজ্ঞতা স্বীকার

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 গ্রহণ 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 প্রাদনের জন্য নিম্নলিখিত উৎসগুলির প্রতি কৃতজ্ঞতা স্বীকার করা হয়:

অ্যাক্টিভিটি 3, অংশ 1: 'ধনাত্মক এবং ঋণাত্মকগুলির ধারণা গঠন' থেকে গৃহীত, http://nrich.maths.org, © 1997–2014 কেমব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়। (Activity 3, Part 1: adapted from 'Making sense of positives and negatives', http://nrich.maths.org, © 1997–2014 University of Cambridge.)

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।