

মাধ্যমিক গণিত

TESS
India

হাতে কলমে শিক্ষা এবং রূপায়ন:
জ্যামিতিতে গঠন

Hands-on learning and embodiment:
constructions in geometry



ভারতে বিদ্যালয় ভিত্তিক
সহায়তার ভিত্তিতে শিক্ষকের
জন্য শিক্ষা

www.TESS-India.edu.in



<http://creativecommons.org/licenses/>



TESS-ইন্ডিয়া (টিচার এডুকেশন ফ্রু 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 পার্থিবইয়ের সহায়িকা প্রদান করে। এগুলি শিক্ষকদেরকে তাঁদের শিক্ষার্থীদের সঙ্গে শ্রেণিকক্ষে পরখ করে দেখার জন্য অ্যাকটিভিটি 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 পার্থের পরিকল্পনা ও বিষয়জ্ঞানকে উন্নত করতে সাহায্য করা যায়।

ভারতীয় পার্থক্রম এবং প্রসঙ্গগুলির জন্য TESS-ইন্ডিয়া OERs সহযোগীতামূলক ভাবে ভারতীয় এবং আন্তর্জাতিক 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 ইউনিভার্সিটি 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 অনুক্রম চর্চা নিয়ে পরীক্ষা করতে সাহায্য করবে। সেগুলির উদ্দেশ্য হল পার্থ্যভিত্তিক 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 ওয়েবসাইটে, (<http://www.tess-india.edu.in/>) থেকে ডাউনলোড করা যায়। অন্যথায় আপনি একটি সিডি বা মেমরি কার্ডে ভিডিওগুলি পেতে পারেন।

সংস্করণ 1.0 SM09v1

West Bengal

তৃতীয় পক্ষের উপাদানগুলি বা অন্যথায় বর্ণিত না হলে এই সামগ্রীর্ণ একর্ণ কিরণেণ্ড কমনস অ্যাট্রিবিউশন-শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্সের অধীনে উপলব্ধ: <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

যখন আপনি চারপাশে দেখেন তখন সব জায়গায় কোণ (angle) দেখতে পান। কোণ (angle) ছাড়া জীবন সম্ভব বলে মনে হয় না। বস্তুতে, বাড়িতে, পাহাড়, গাছ, সমুদ্রের ঢেউ - এমনকি মানুষের মধ্যে, আমাদের হাত ও পায়ের নড়াচড়াতেও (চিত্র 1)- কোণ (angle) থাকে।



চিত্র 1 কোণের উপস্থিতি সর্বত্র

এই ইউনিটে আপনি শিখবেন যে শিক্ষার্থীদের সাথে জ্যামিতির বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রয়োগের হাতে কলমে বাস্তবে কোনো কাঠামো কীভাবে তৈরি করা হয়। ইউনিটটিতে গণিতের ক্রীড়াভূমি হিসাবে ঘরের বাইরের জগত ব্যবহার করা সম্পর্কে পরামর্শ রয়েছে। এই ভাবে কাজ করলে আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের স্বনির্ভর শিক্ষার্থী হয়ে উঠতে সাহায্য করতে পারেন। শ্রেণিকক্ষে তারা যে ধারণাগুলি অধ্যয়ন করেছে সেগুলি সম্বন্ধে ভালো ভাবে ভেবে দেখতে এবং বাইরের জগতে সেগুলি প্রয়োগ করতে সাহায্য করতে পারেন। আপনার শিক্ষার্থীদের এই ক্ষেত্রে আরও সহায়তা করতে ইউনিটটি তাদের গণিত শিক্ষায় 'বাধামুক্ত' করার পদ্ধতি নিয়েও আলোচনাও করে।

এই ইউনিটে আপনি কী শিখতে পারেন

- শিক্ষণে সহায়তা করতে এবং গণিত অনুশীলনকে উপভোগ্য করে তুলতে রূপায়নকে কি ভাবে ব্যবহার করবেন এবং বড়-আকারের নির্মাণগুলি করবেন।
- আপনার শিক্ষার্থীদের নিজেদের আটকে থাকা অবস্থার সঙ্গে মোকাবেলায় সহায়তা করতে কয়েকটি ধারণা, যাতে তারা তাদের শিক্ষায় অগ্রসর হওয়ার জন্য ব্যক্তিগত কৌশলের উদ্ভাবন করতে পারে।
- জ্যামিতির বৈশিষ্ট্যগুলি শেখানোর জন্য কি ভাবে হাতে-কলমে পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করবেন সে সম্পর্কে কয়েকটি ধারণা।

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

1 কাগজ ভাঁজ করে কোণ (angle) তৈরি করা

কোণ (angle) জীবনে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তবুও কোনও কারণে শিক্ষার্থীরা গণিতের শ্রেণিকক্ষে কাজ করার সময় প্রায়শই তাদের চারপাশে এই কোণগুলি (angles) দেখতে পায় না বা তারা যে কোণগুলি নিয়ে কাজ করছে সেগুলির সঙ্গে মেলাতে পারে না। যখন শিক্ষার্থীরা কোণ (angle) সম্পর্কে চিন্তা ভাবনা করে তখন তারা প্রায়শই তাদের চিন্তাভাবনাকে কাগজে আঁকা পরস্পরছেদী রেখাতে সীমাবদ্ধ রাখে, যেগুলোকে কেবলমাত্র একটি চাঁদা ও এক জোড়া কম্পাস ব্যবহার করে পরিমাপ করা যায় বা আঁকা যায়।

অ্যাক্টিভিটি 1 এর লক্ষ্য হল শিক্ষার্থীদের কি ভাবে শুধুমাত্র একটি আয়তাকার কাগজের টুকরো ব্যবহার করে সেটা ভাঁজ করার মাধ্যমে কোণ 'তৈরি' করা যায় তার সঙ্গে পরিচিত করা। কোণগুলি নিয়ে হাতে-কলমে কাজ করার এই অভিজ্ঞতা শিক্ষার্থীদের কোণগুলির সাথে সম্পর্কিত প্রতীক, উপস্থাপনা এবং ধারণাগুলির পিছনে থাকা অর্থ খুঁজতে সাহায্য করবে। এর উদ্দেশ্য হল তারা প্রাথমিক স্কুলে কোণগুলি সম্বন্ধে যা পড়েছে তার একটি দ্রুত পর্যালোচনা করা।

এই ইউনিটে আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাক্টিভিটিগুলি ব্যবহার করার প্রয়ামের আগে নিজেই সমস্ত অ্যাক্টিভিটি (বা কমপক্ষে আংশিক) যাচাই করে নিলে একটি ভাল ধারণা হবে। যদি আপনি এগুলি কোনও সহকর্মীর সাথে চেষ্টা করে দেখেন তবে তা আরও ভাল হবে, কারণ এটি অভিজ্ঞতার প্রতিফলনের ক্ষেত্রে সহায়ক হবে। অ্যাক্টিভিটিগুলি নিজেই চেষ্টা করার অর্থ হল, আপনি শিক্ষার্থীদের অভিজ্ঞতার অন্তর্দৃষ্টি পাচ্ছেন, যা ফলস্বরূপ আপনার শিক্ষাদান এবং শিক্ষক হিসাবে আপনার অভিজ্ঞতাকে প্রভাবিত করতে পারে। আপনি যখন প্রস্তুত থাকবেন তখন আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাক্টিভিটিগুলি ব্যবহার করুন। পাঠ্যক্রমটির শেষে যে অ্যাক্টিভিটি করা হল সেটি কেমন হয়েছে এবং যা শেখা হল সেটি সম্পর্কে চিন্তা করুন। এটি আপনাকে শিক্ষাদানের পরিবেশকে আরও শিক্ষার্থী কেন্দ্রিক করে তুলতে সহায়তা করবে।

অ্যাক্টিভিটি 1: কাগজ ভাঁজ করে কোণ তৈরি করা

আপনার শিক্ষার্থীদের বলুন যে যেকোনো রুলার 180° -এর একটি সরল কোণ (straight angle) উপস্থাপন করে। আপনি কাগজে একটি কোণ আঁকার পর, কাগজটি ভাঁজ করে কোনের একটি বাহুকে যদি অপর বাহুটির ওপর এমনভাবে সমাপতিত করেন যাতে কাগজের ভাঁজটি কৌণিক বিন্দু দিয়ে যায়, তাহলে কোনটি ভাঁজ বরাবর সমদ্বিখণ্ডিত হয়।

এই জ্ঞান ব্যবহার করে আপনার শিক্ষার্থীদের 180° , 90° , 77.5° , 50° , 45° , 30° , 22.5° এবং 11.25° পরিমাপের কোণগুলি তৈরি করার চেষ্টা করতে বলুন।

তারপরে তাদের এই প্রশ্নগুলির উত্তর দেওয়া উচিত:

- ভাঁজ করার পক্ষে কোনগুলি সহজ ছিল?
- কোনগুলি ভাঁজ করা কঠিন বা অসম্ভব ছিল?
- এই সবগুলি কোণ কেন 180° -এর চেয়ে ছোট? এই মানটির বাইরে কি কোণগুলি দ্বিখণ্ডিত করা সম্ভব?

কেস স্টাডি 1: শ্রী সাহা অ্যাক্টিভিটি 1 ব্যবহার করা নিয়ে তার চিন্তা ভাবনা জানিয়েছেন

এটি এমন এক শিক্ষকের বিবরণ যিনি তার মাধ্যমিক শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাক্টিভিটি 1 চেষ্টা করে দেখেছেন।

শিক্ষার্থীরা কখনই এর আগে কাগজ ভাঁজ করার অনুশীলনটি করেনি (বা অনেক সময় হল করেনি) এবং শুরুতে তাদের কিছুটা বিভ্রান্ত বলে মনে হচ্ছিল। কেন জানি তাদের কোণগুলিকে যে অর্ধেক করা যায় এই ধারণাটা অস্বাভাবিক মনে হয়েছিল। তারা কি ভাবছে সেটা খুঁজে বের করতে আমি প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলাম। দেখা গেছিল যে তারা কোণগুলিকে একটি নিশ্চল, স্থির জিনিষ হিসাবে দেখেছে এবং গতি বা ঘোরানোর বর্ণনা হিসাবে দেখেনি। তাই আমি তাদের প্রথমে উঠে দাঁড়াতে, দুটি হাতই উপরে ওঠাতে, ডানদিকে/বাঁদিকে ঘুরিয়ে 180° , 360° , 720° , 90° , 45° , 360° -এর অর্ধেক, 45° -এর দ্বিগুণ, ইত্যাদি করতে বললাম যাতে একটি হাত স্থির থাকে এবং অন্যটি কোণের আকার বোঝানোর জন্যে ঘোরাতে হয়। ফলে তারা একটি কোণের পরিমাপ করাকে একটি ঘূর্ণন বা আবর্তনের পরিমাপ করা হিসাবে দেখতে পারে।

এটির পরে তারা আনন্দের সঙ্গে কাগজ ভাঁজ করেছিল। তারা লক্ষ্য করেছিল যে নির্ভুল কোণ পাওয়া একটি বড় সমস্যা ছিল। বিশেষত যখন তারা তুলনামূলক ভাবে ছোট কোণগুলি ভাঁজ করার চেষ্টা করছিল।

আপনার শিক্ষাদানের অনুশীলনের প্রতিফলন

যখন আপনি আপনার শ্রেণির সাথে এ জাতীয় কোনও অ্যাক্টিভিটি করবেন তখন কী ভাল হয়েছিল এবং কী ততটা ভাল হয়নি তা নিয়ে চিন্তা-ভাবনা করুন। সেই প্রশ্নগুলি বিবেচনা করুন যেগুলি শিক্ষার্থীদের আগ্রহী করতে এবং বুঝতে সক্ষম করেছিল এবং যেগুলির জন্য আপনাকে ব্যাখ্যা করতে হয়েছে। এ জাতীয় চিন্তা-ভাবনা সর্বদা একটি 'স্ক্রিপ্ট' খুঁজতে সহায়তা করে যা আপনার শিক্ষার্থীদের গণিতকে আকর্ষণীয় এবং উপভোগ্য হিসাবে পেতে আপনাকে সাহায্য করে। যদি তারা বুঝতে না পারে ও কিছু করতে না পারে, তবে তারা অংশগ্রহণ করতে কম আগ্রহ দেখাবে। এই ভাবনা চিন্তার অনুশীলনটি প্রতিবার অ্যাক্টিভিটিগুলি গ্রহণ করার সময় ব্যবহার করুন এবং শ্রী সাহা যেমন করেছেন তেমনি সেই ছোট জিনিসগুলি নোট করুন যার প্রভাব খুব বেশি হয়।



চিন্তার জন্য সাময়িক বিবর্তি

এ জাতীয় চিন্তা-ভাবনা শুরু করতে ভাল প্রশ্নগুলি হল:

- আপনার শ্রেণির জন্য এটি কেমন ছিল? শিক্ষার্থীরা কি অ্যাক্টিভিটি উপভোগ করেছিল? তারা কি ধারণাগুলির সঙ্গে পরিচিত ছিল?
- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন উত্তরগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- 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 পরিমাপের একককে বাড়ানো বা কমানো

প্রতিটি চিত্র পরিমাপের একককে বাড়িয়ে বা কমিয়ে আকার বড় বা ছোট করা আমরা বাস্তব জীবনে প্রায়ই এটি করে থাকি। মূল চিত্রটি এবং স্কেল করা চিত্রটি একে অন্যের 'সদৃশ' (similar) হয়। দশম শ্রেণিতে পড়ানো 'ত্রিভুজগুলির সদৃশতা র' (similarity of triangles) ধারণাটি প্রায়শই শিক্ষার্থীদের বিভ্রান্ত করে যদি তারা এর আগে নিজেরা কখনো চিত্র স্কেলিং না করে বা কখনো একটি স্কেল করা ও সেটার মূল চিত্রের মধ্যকার সম্পর্ক পরীক্ষা না করে থাকে।

পরের অ্যাক্টিভিটিতে আপনি শিক্ষার্থীদের একটি ত্রিভুজকে স্কেলিং করার নিজস্ব কৌশল আবিষ্কার করতে সাহায্য করবেন। এরপর তারা বিবর্ধিত ত্রিভুজটির আকার নির্দিষ্ট করার মাধ্যমে ছোট বা বড় করার স্কেলিং ফ্যাক্টরটি নির্ধারণ করবে। এটি সবচেয়ে ভালো কাজ করে যদি শিক্ষার্থীরা গণিতের শ্রেণিকক্ষের বাইরে গিয়ে কাজ করে এবং তারা কাগজে যে আকারে কাজ করে অন্তত তার চেয়ে বড় আকারে

কাজ করে। 'বাস্তব-জীবনের' পরিমাপগুলি নিয়ে কাজ করার সমস্যা এবং তাদের অর্জন করা গাণিতিক জ্ঞান এই কাজটির শেষে কেস স্টাডিটিতে বর্ণিত আছে এবং অ্যাক্টিভিটি 3-এ আরও জানা যাবে।

অ্যাক্টিভিটি 2: স্কেলিং আপ এবং স্কেলিং ডাউন

প্রস্তুতি

এই অ্যাক্টিভিটিটি যখন শিক্ষার্থীরা তিন বা চারজনের গোষ্ঠীতে সহযোগিতা মূলক ভাবে কাজ করে তখন সবচেয়ে ভাল ফল দেয়। প্রত্যেক দলে কে থাকবে এবং কেন সেটা পরিকল্পনা করুন - সম্ভবত আপনি বেশি আত্মবিশ্বাসী শিক্ষার্থীদের সাথে কম আত্মবিশ্বাসী শিক্ষার্থীদের রাখতে পারেন। এই অ্যাক্টিভিটিটি শ্রেণিকক্ষের বাইরে যেমন খেলার মাঠে যেখানে শিক্ষার্থীরা মাটিতে চক দিয়ে লিখতে পারবে বা মাটি বা ধুলোতে আঁকতে পারবে তেমন স্থানে করা গুরুত্বপূর্ণ। সংবাদপত্র কাগজের শিটের চেয়ে ভাল কাজ করতে পারে কারণ এটি বেশি বড় হয়। শিক্ষার্থীদের দলে কাজ করতে বলার সময় লেখার কাগজের মতো সম্পদগুলি যথেষ্ট বড় রাখা গুরুত্বপূর্ণ, যাতে তারা সকলে একই সময় দেখতে পায়। অর্থাৎ কাগজের শিট যত বড় হবে লেখা তত বড় হবে।

অ্যাক্টিভিটি

আপনার শিক্ষার্থীদের নিচের বিষয়গুলো বলুন:

- তোমাকে কাগজের একটি শিট দেওয়া হল। এটি এমন ভাবে ভাঁজ করো যাতে এটির আকার ত্রিভুজ হয়। ত্রিভুজের আকারটি গুরুত্বপূর্ণ নয়।
- ত্রিভুজটি পরিমাপ করো (কোণগুলি এবং বাহুগুলি) এবং পরিসীমা (perimeter) নির্ণয় করো।
- তোমার কাগজের ত্রিভুজের সমান আকারের কিন্তু দশগুণ পরিসীমা সহ একটি ত্রিভুজ মাটিতে আঁকো। এটার কি একটির বেশি সমাধান আছে?
- বৃহত্তর ত্রিভুজটি পরিমাপ করো।
- তুমি আগে যে কৌশল ব্যবহার করেছিলে সেটি ব্যবহার করে তোমার কাগজের ত্রিভুজের ভিতরে একটি ত্রিভুজ আঁকো যার বাহুগুলি মূল ত্রিভুজের অনুরূপ বাহুগুলির ঠিক অর্ধেক হয়।
- যে কোনও একটি (ছোট করা বা বড় করা) ত্রিভুজের সাথে মূল ত্রিভুজটির তুলনা করো।
- এখন এই ত্রিভুজগুলির মধ্যে কোনটি একই এবং কোনটি ভিন্ন সেটা চিন্তা করো।
- কীভাবে একটি ত্রিভুজ থেকে অন্য ত্রিভুজগুলিতে যাওয়া যায় এবং তার এক বা একাধিক পদ্ধতি ভেবে বার করতে পারা যায় তা নিজেদের দলের মধ্যে না লিখে কেবল আলোচনার মাধ্যমে ঠিক করুন। আবার অন্য আর একটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রেও পদ্ধতিটি কাজ করে কিনা পরীক্ষা করুন।
- এবার আপনার পদ্ধতিটি লিখুন।

ভিডিও: দলগত কাজ ব্যবহার করা



আরও জানতে সম্পদ 2 দেখুন।

কেস স্টাডি 2: সম্বন্ধে শ্রীমতি রায় অ্যাক্টিভিটি 2 ব্যবহার করে তাঁর অভিজ্ঞতা জানালেন—

দলগুলি আলোচনা [অ্যাক্টিভিটি] শুরু করেছিল তবে এমন অনেক শিক্ষার্থী ছিল যারা একেবারেই অংশগ্রহণ করে নি। আমি বুঝতে পেরেছিলাম যে তাদের কাজটি সহজ মনে হয়নি কিন্তু তারা যে কোথায় আটকে গিয়েছিল সেটা সত্যিই বুঝতে পারিনি। প্রশ্নের প্রথম অংশে তাদের কাগজ ব্যবহার করে একটি ত্রিভুজ তৈরি করতে বলা হয়েছিল - আমি ভেবেছিলাম এটি নিশ্চয়ই কঠিন হতে পারে না। আমার মনে হতে লাগল যে তারা হয়ত ইতিমধ্যে ত্রিভুজ সম্পর্কে তাদের যা জানা উচিত সেটা ভুলে গেছে আর আমার হয়তো তাদের একবার দ্রুত পাঠ্যপুস্তক দেখে স্মৃতি ঝালিয়ে নিতে বলা উচিত।

তবে আমরা ছিলাম খেলার মাঠে। বইগুলি শ্রেণিকক্ষে ছিল। তাই এটি করতে অনেকটা সময় লেগে যেত। তাই আমি ভেবেছিলাম, 'ঠিক আছে, আমি আসলে জানি না যে তারা কোথায় আটকে গেছে - হয়তো আমার শুধু জিজ্ঞাসা করা উচিত!' একই সঙ্গে আমি এটাও ভেবেছিলাম যে 'তাদের কোনও কিছুতে আটকে যাওয়া আমি পছন্দ করি না।' কারণ তারা যেন সবসময়ে অপেক্ষা করতে থাকে যে আমি সেটা থেকে বেরিয়ে আসার জন্য কি করতে হবে বলে দিয়ে তাদের সাহায্য করব। তারা প্রত্যাশা করে যে আমি প্রশ্নগুলি আরও ছোট ছোট অংশে ভেঙে দেব। আমার মনে হয় না এগুলি তাদের সেই ভাল স্বনির্ভর শিক্ষার্থী বা সমস্যার সমাধানকারী হতে সাহায্য করবে। আমরা তাদের স্কুলের বাইরের জীবনে নির্ভর করে তুলতে চাই। তাই আমি ঠিক যা ভাবছিলাম সেটাই বলেছিলাম:

তোমরা সবাই আটকে গেছ বলে মনে হচ্ছে: আটকে যাওয়া জীবনের অংশ। যেটা গুরুত্বপূর্ণ সেটা হল আটকে যাওয়া থেকে বেরোনো এবং কীভাবে বেরোতে হবে সেটা জানা। তাই তোমরা তোমাদের দলের সঙ্গীদের সাথে তুমি কিসে আটকে গেছ ও সেটা থেকে কীভাবে বেরিয়ে আসতে পার সেটা আলোচনা করবে। আমরা তারপরে পুরো শ্রেণির সাথে তোমার ধারণাগুলির কয়েকটি নিয়ে আলোচনা করব।

এটি করতে আমাদের পাঁচ মিনিটেরও কম সময় লেগেছিল এবং তারা আটকে যাওয়া থেকে বেরোনোর জন্য ভাল পরামর্শ এবং কয়েকটা বুদ্ধিও পেয়েছিল। আলোচনাটি আসলে আমাদের সম্পূর্ণ দলের সঙ্গে একসাথে কাজ করার একটি অনুভূতি দিয়েছিল - একে অন্যকে শিক্ষাগ্রহণে সহায়তা করার ও সমস্যা কাটিয়ে ওঠার একটা যৌথ দায়িত্বের। আমরা সকলেই এটি করতে পারি সেটার একটা অনুভূতি দিয়েছিল। পাঠটির অবশিষ্ট অংশে প্রচুর হাসি মুখ দেখা গেছিল। এর ফলে, এরপরে আমরা সমতা এবং সর্বসমতা (congruency), স্কেল ফ্যাক্টর এবং সমস্ত ত্রিভুজের বৈশিষ্ট্য নিয়ে আলোচনা করতে সক্ষম হয়েছিলাম। তাই কেবল গণিতের একটি দিক না শিখে তারা বিভিন্ন দিকগুলি যুক্ত করতে শুরু করেছিল।

তাদের দশ গুণ পরিসীমা সহ একটি সদৃশ ত্রিভুজ (similar triangle) তৈরি করতে বলায় তাদের কিছুটা চিন্তিত মনে হয়েছিল - কিন্তু হতাশ নয়। আমি শিক্ষার্থীদের বলতে শুনেছিলাম, 'আমরা আটকে গেছি' এবং 'এখন আমাদের এখান থেকে বেরোতে হবে।' একটি দল সমস্যাটি থেকে বেরোনোর জন্য 'সূত্রে' চেয়েছিল। আমি এটি ভাবি নি তাই আমি সেটা নিয়ে আসিনি। ভাগ্যক্রমে শ্রেণিকক্ষে আমার কাছে সেলাইয়ের শক্তপোক্ত সূত্রের একটি ববিন ছিল যা তারা আনন্দের সঙ্গে ব্যবহার করেছিল।

'কোথায় মিল এবং কোথায় অমিল'- এই প্রশ্নটি জিজ্ঞাসা করা আকর্ষণীয় ছিল। আমি শিক্ষার্থীদের তাদের ত্রিভুজের আশে পাশে ঘুরতে, ভিন্ন ভিন্ন কোণ থেকে সেগুলি দেখতে দেখেছিলাম। তারা বিভিন্ন ধরণের অনুমান ব্যক্ত করেছিল, আবার ভেবেছিল এবং তারপরে তাদের অনুমানগুলি অন্য ভাবে বলেছিল। এর ফলে আপনাপন একটি পদ্ধতির বর্ণনা করা হয়েছিল। আমার মনে হয়েছিল যে তারা সঙ্গে সঙ্গে তাদের ধারণাগুলি না লিখে ভাল করেছিল কারণ মনে হচ্ছিল তারা ভিন্ন ভিন্ন বর্ণনা তৈরি করতে বেশি আগ্রহী ছিল এবং আরও দ্রুত গতিতে কাজটি করতে পারছিল - লেখা সবসময় গতিকে হ্রাস করে। তাদের গাণিতিক ভাষার ব্যবহারে আরও নির্ভুল, আরও নির্দিষ্ট হওয়া উচিত কারণ নয়তো তারা অন্য কোনও স্থান থেকে দাঁড়িয়ে ত্রিভুজগুলি দেখছিল তারা ত্রিভুজের 'ওই কোণটি' বললে বিভ্রান্ত হতে পারত।

তারা প্রথমে একটা বড় কাগজের শিটে ছবি সহ লিখেছিল এবং তারপরে তাদের পদ্ধতিটি নিজেদের খাতায় লিখেছিল। কিন্তু আমি কাগজের ওই বড় শিটগুলো নিয়ে কি করবো বুঝতে পারছিলাম না! শেষমেশ আমরা শ্রেণিকক্ষের দেওয়ালে সেগুলি আটকে দিয়েছিলাম। সেটা কিছুটা অগোছালো কিন্তু খুব আকর্ষণীয় দেখাচ্ছিল। এটি তাদের গণিতায়নের একটি উদাহরণ হয়েছিল। আমরা এটিকে 'চিন্তা

ভাবনার কাজের দেওয়াল' নাম দিয়েছিলাম। আমি খেয়াল করেছিলাম যে পরবর্তী দিন এবং সপ্তাহগুলিতে শিক্ষার্থীরা এবং অন্যান্য শিক্ষকরা এটি পড়েছিল ও এটা নিয়ে আলোচনা করেছিল। আমার ভালো লেগেছিল যে একটি পাঠ শেষ হয়ে যাওয়ার অনেক সময় পরেও সেটি নিয়ে এবং তার শেখা নিয়ে আলোচনা হচ্ছিল! একই জিনিস প্লেগাউন্ডে চক দিয়ে আঁকার ক্ষেত্রেও ঘটেছিল: লোকেরা এটা দেখে কৌতূহলী হয়ে উঠেছিল এবং এটি নিয়ে আলোচনা করেছিল। কয়েক সপ্তাহ পরে শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে অন্য 'চিন্তা ভাবনার কাজ' দিয়ে বদলে না দেওয়া পর্যন্ত দেওয়ালটিতে এই জিনিসগুলো থেকে গেছিল।

অ্যাকটিভিটি খাতা কলমের বাইরে গণিতের অঙ্কন করার কি প্রভাব থাকতে পারে সে বিষয়ে আমাকে ভাবিয়েছিল। বাইরে তারা তাদের খাতাগুলির চেয়ে আরও বড় মাত্রায় কাজ করতে পারে কিন্তু আমি এটা কেন আমার শিক্ষার্থীদের সাথে করার বিষয়ে ভাবব? এটি কেন এত কার্যকর বলে মনে হচ্ছিল সেটা তা আমি তখনও বুঝে উঠতে পারিনি এবং আমার সন্দেহ হয় আমি কখনও পারব কিনা, তবে আমি এগুলো ভেবেছিলাম:

- এটি অত্যন্ত বড় ছিল ফলে তারা সকলে একই সময়ে কি ঘটছে সেটা দেখতে পেয়েছিল এবং আলোচনায় অংশ নিয়েছিল, কাজটা প্রকৃতই সহযোগিতামূলক ভাবে করা হয়েছিল।
- ত্রিভুজগুলি তৈরি করার জন্য তাদের একসাথে কাজ করতে হয়েছিল। তাদের একার পক্ষে এটি করা সম্ভব ছিল না। কারণ এটি অত্যন্ত বড় ছিল এবং অনেক কিছু করার ছিল। এই কারণে তাদের কথা বলতে এবং গণিত সম্পর্কে আলোচনা করতে হয়েছিল। শিখনে ক্ষেত্রেও যৌথ দায়িত্বের একটি অনুভূতি ছিল।
- শুরুর থেকেই এটা সংক্ষিপ্ত এবং নির্ভুল হওয়ার প্রয়োজন ছিল না, ফলে শিক্ষার্থীরা আরও বেশি পরীক্ষা নিরীক্ষা এবং তাদের ধ্যান ধারণাকে বাস্তবে দেখার সুযোগ পেয়েছিল।
- তাদের গণিতের জগতটা আক্ষরিক অর্থেই বড় হয়ে গেছিল। শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই নিয়ে শ্রেণিকক্ষে বসা থেকে তাদের 'বাইরে', প্লেগাউন্ডের 'প্রকৃত' বিশ্বে গেছিল যেখানে তারা তাদের স্কুলের বন্ধুদের সাথে সময় কাটিয়েছিল।

আমাকে অন্য যে বিষয়টি নাড়া দিয়েছিল সেটা হল পাঠটির আনন্দ এবং উত্তেজনা, সেইসাথে গভীর ভাবনা চিন্তা এবং গাণিতিক চিন্তায় ভরপুর ছিল। তারা যখন অনুমান করছিল তখন তাদের হাসি এবং চোখ স্বলস্বল করে উঠেছিল এবং তারপরে উপলব্ধি করা যে তাদের অনুমান আসলে সত্যি! (অন্তত কিছুক্ষণের জন্য!) সেও এক আনন্দের মুহূর্ত ছিল। তারা গর্ব এবং সাফল্যের অনুভূতিতে উজ্জ্বল হয়ে উঠেছিল এবং সাথে সাথে আমিও!



চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনি যখন আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে অ্যাকটিভিটি করেছিলেন, শিক্ষার্থীদের কোন প্রতিক্রিয়াগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা বুঝে জানার জন্য আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন? আপনি তাদের অনুধাবন সম্পর্কে কি জেনেছিলেন?
- আপনি কি কাজটির কোন রকম পরিবর্তন করেছিলেন? যদি তাই হয় তবে সেটার জন্য আপনার যুক্তি কী ছিল?

3 গণিতকে বাস্তব রূপদান

'বডি ম্যাথামেটিক্স' হল এমন এক কৌশল যাতে শিক্ষার্থীরা যা শিখছে সেটা তাদের শারীরিক ভাবে অনুভব করতে হয়। এটি 'রূপায়ন' বা একটি বিমূর্ত ধারণাকে স্পর্শ গ্রাহ্য আকার প্রদান করা হিসাবেও পরিচিত। মূর্ত চেতনার ধারণা হল দেহকে মনের চিন্তাভাবনাকে আকার দানের জন্য ব্যবহার করা (ড্রেফুস, 1996; গিবস, 2006)। গণিতের বাস্তব রূপদান যা করতে পারে:

- শিক্ষার্থীর জীবনের অভিজ্ঞতা থেকে অনেক দূরে থাকে এমন একটি তত্ত্বগত বিষয় হিসাবে গণিতকে দেখার মত বাধাকে কাটিয়ে ওঠা
- গাণিতিক ধারণাগুলির জন্য আরও বেশি কল্প দৃশ্য তৈরি

- গাণিতিক বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে একটি সংবেদনশীল এবং কৌতুকপূর্ণ সংযোগ গড়ে তোলা।

অ্যাক্টিভিটি 2-এ আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের সাথে বড় পরিমাপ নিয়ে কাজ করেছিলেন। পরের অ্যাক্টিভিটি এটিকে আরও এক ধাপ এগিয়ে নিয়ে যায়: আবার বাইরে বড় পরিমাপগুলি নিয়ে কাজ করার ফলে শিক্ষার্থীদের কাছে গণিত একটি শারীরিক রূপে উপস্থাপিত হয়। শিক্ষার্থীদের একটি বৃত্তের পরিসীমায় (circumference) উপর একটি বিন্দুর উপস্থাপন করতে ও তারপরে নির্ভুল ভাবে সেই বৃত্তের কেন্দ্র গঠন করতে বলা হবে। এই অ্যাক্টিভিটিতে প্রতিটি শিক্ষার্থীকে এক একটি বিন্দু মনে করে তাদের একটি বড় বৃত্তের পরিধির ওপর দাঁড়াতে বলা হল। তাহলে তারা এবার বৃত্তের কেন্দ্রকে চিহ্নিত করতে পারবে। এবার যে শিক্ষার্থী কেন্দ্রবিন্দুকে উপস্থাপন করবে তার থেকে অন্য প্রতিটি শিক্ষার্থীর দূরত্ব সমান হতে হবে। তাই দূরত্ব মেপে বৈষম্য হলে অন্যদেরকে শুনিয়ে সেটা বলতে হবে। তখন শিক্ষার্থীরা বৃত্তের গাণিতিক বৈশিষ্ট্যগুলি সম্পর্কে আরো বেশি ধারণা অর্জন করবে, কারণ তারা তখন গণিতের অংশ হয়ে গেছে। প্রথম বারে নির্ভুলভাবে বৃত্তের কেন্দ্রকে চিহ্নিত করা - এই অ্যাক্টিভিটি পরিচালনা করা কঠিন। তবুও ধৈর্য ধরলে শিক্ষার্থীদের গণিত সম্পর্কে ধারণা আরও বৃদ্ধি পাবে।

অ্যাক্টিভিটি 3: গণিতের জন্য

প্রস্তুতি

এই কাজটির জন্য আপনার এমন জায়গা প্রয়োজন যেটা সমস্ত শিক্ষার্থীদের একটি বৃত্তে হাত ধরে দাঁড়ানোর জন্য যথেষ্ট বড়। বৃত্তের বাইরের দিকেও খানিকটা জায়গা থাকা দরকার যাতে এটির কেন্দ্র গঠন করার অভিনয় করা যায়। এই কাজটি হল কোনও বৃত্তের কেন্দ্র গঠন করা যাতে নবম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকগুলিতে আলোচিত 'জ্যামের লম্ব সমদ্বিখন্ডক বৃত্তের কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে যায়' ব্যবহার করা যায়। যদি আপনার মনে হয় যে এই কাজে যে আলোচনা করতে বলা হয়েছে সেটা সম্পূর্ণ করার পক্ষে দলটি বেশি বড় তাহলে তাদের পুরো শ্রেণির সঙ্গে চিন্তা ভাবনা ভাগ করে নেওয়ার আগে তিনজনের দলে সেটা আলোচনা করে নিতে বলা ভাল। আপনার কিছুটা দড়ি বা সূতো, একটি বল এবং একটি বাঁশির প্রয়োজন হতে পারে।

অ্যাক্টিভিটি

- আপনার শিক্ষার্থীদের বলুন: 'এই অ্যাক্টিভিটির উদ্দেশ্য হল শ্রেণির যে শিক্ষার্থী সবচেয়ে দ্রুত দৌড়তে পারে তাকে শনাক্ত করা।' আপনার শিক্ষার্থীদের সকলকে হাত ধরতে এবং যতটা সম্ভব বড় করা যায় তত বড় বৃত্তাকার বিন্যাস তৈরি করতে বলুন।
- শিক্ষার্থীরা বৃত্তাকার আকারে দাঁড়ানার পরে যে কোনও একজন শিক্ষার্থীকে বেছে নিন এবং জিজ্ঞাসা করুন: 'তুমি কি বৃত্তের ভিতরে যতটা সম্ভব নির্ভুল ভাবে একটি বল রাখতে পারবে যেখান থেকে প্রত্যেক শিক্ষার্থীর দূরত্ব সমান হবে? যদি তুমি বলটি ভুল স্থানে রাখ তাহলে তুমি পরে এই অ্যাক্টিভিটির প্রতিযোগিতায় অংশ নিতে পারবে না।' (তবে তারা প্রতিযোগিতায় 'বিচারক' হিসাবে থাকতে পারবে।)
- বলটি স্থাপন করার সাথে সাথে অন্যান্য শিক্ষার্থীদের বলুন: 'তুমি জিততে চাইলে প্রতিযোগীর সংখ্যা কম করাই তোমার লক্ষ্য হবে। তুমি কি আমাদের বিশ্বাস করাতে পারবে যে বলটি পরিধিতে থাকা সমস্ত শিক্ষার্থীর থেকে সমান দূরত্বে নেই যাতে যে শিক্ষার্থী বলটি রেখেছে তাকে প্রতিযোগিতা থেকে বাদ দেওয়া যায়?'
- বেশ কয়েকজন শিক্ষার্থী বাদ পড়ার পরে নিম্নলিখিত প্রশ্নটি উঠে এল: 'তোমারা কি ভাবে আরও নির্ভুল এবং নিশ্চিত ভাবে তোমাদের তৈরি বৃত্তের কেন্দ্র খুঁজে বের করবে? আমরা কি যৌথ ভাবে বলটি ঠিক কেন্দ্রে রাখার একটা উপায় খুঁজে বের করতে পারি?'
- তাদের দুই বা তিনজন মিলে এটি আলোচনা করতে বলুন; তারপরে কিছু দলকে গোটা শ্রেণির সাথে তাদের ধারণাগুলি ভাগ করে নিতে বলুন। প্রতিটি দল তাদের ধারণা ভাগ করে নেওয়ার পরে শ্রেণিকে জিজ্ঞাসা করুন যে এই পদ্ধতিটি যে ভালো সেই সম্বন্ধে তারা নিশ্চিত কিনা। প্রত্যেক দলের তাদের ধারণাটি শ্রেণিতে বলার কোনও প্রয়োজন নেই; দুই বা তিনজন বলার পরে কারও কাছে ইতিমধ্যে দেওয়া ধারণাটির চেয়ে একেবারে আলাদা কোনও ধারণা আছে কিনা তা জিজ্ঞাসা করুন। যদি কেউ দড়ি এবং লম্ব সমদ্বিখন্ডক নিয়ে গঠন ব্যবহার করার কথা না ভাবে তাহলে তাদের একটা ইঙ্গিত দেওয়া কাজে লাগতে পারে (কিন্তু পুরোটা না বলে!) যেমন: 'গঠন করার একটি যাদুকরী উপকরণ আছে, যার নাম সমদ্বিখণ্ডক (bisector)...'

- তাদের জিজ্ঞাসা করুন তারা কি ভাবে এই নির্মাণটি করবে এবং যেহেতু তারা এটা বাইরে নিজেদের দেহ ব্যবহার করে এবং অনেক বড় আকারে করছে তাই তাদের কি কি পূর্ব ধারণা করে নিতে হবে; তারপরে এটা করুন।
- যখন বলটি বৃত্তের কেন্দ্রে যথাযথ ভাবে স্থাপন করা হবে, তখন বাঁশি বাজিয়ে অবশিষ্ট শিক্ষার্থীদের সঙ্কেত দিন যে তাদের দৌড়ে গিয়ে বলটায় লাথি মারতে হবে। যে প্রথমে বলটিতে লাথি মারবে সে প্রতিযোগিতায় জিতবে।

কেস স্টাডি 3: শ্রীমতী দাস অ্যাক্টিভিটি 3-এর ব্যবহার করে তাঁর অভিজ্ঞতা জানিয়েছেন—

ওহ, তাদের এই কাজটির প্রতিযোগিতা মূলক উপাদানটা দারুণ ভালো লেগেছিল! অ্যাক্টিভিটিটি তাদের ভেবে চিন্তে উপায় খুঁজে বের করতে ভীষণ আগ্রহী করে তুলেছিল। তারা সকলে ভেবেছিল বৃত্তটির কেন্দ্র খুঁজে বার করার কাজটা খুব সহজ-সরল হবে।

এটি ছিল বাস্তবে সমস্যা সমাধান করা - সমস্যাটা এমন ছিল যা সমাধান করার জন্য চিন্তা করতে হয়েছিল এবং সেই সঙ্গে কেন্দ্র গঠনের অভিনয়/রূপায়নের জন্য উপায় খুঁজে বের করতে হয়েছিল। আটকে যাওয়া এবং কি করে আটকে থাকা থেকে বেরিয়ে আসা যায় তাই নিয়ে চিন্তা ভাবনা ছিল। যখন তারা কেন্দ্রে বলটি স্থাপনের অনেকবার প্রচেষ্টার পরে বুঝতে পারল যে নির্ভুল হওয়া কঠিন তখন তারা হতবাক হয়ে গেছিল। অব্যর্থ একটা উপায় খুঁজে পাওয়া তাদের কঠিন মনে হয়েছিল, আর আবারো আমার মনে হয়েছিল যে তাদের বৃত্ত সংক্রান্ত অধ্যয়নগুলি আরেকবার মনে করিয়ে দিই।

তবে সমদ্বিখণ্ডকের ইঙ্গিতটি কাজ করেছিল - যদিও একটি জ্যা বা স্পর্শককে রেখাংশ হিসাবে ব্যবহার করার কথা চিন্তা করতে কিছুটা সময় লেগেছিল। তবে তারা নিজেরাই এতদূর এসেছিল এবং তারা যে নিজেরাই এটা ভেবে বের করেছে তার জন্য যে সাক্ষ্যের অনুভূতি, আনন্দ এবং গর্ব অনুভব করেছিল সেটা এই সময়ের থেকে অনেক বেশি মূল্যবান ছিল। আমার মনে হয় নিজেকে আবিষ্কার করা এবং সেখানে পৌঁছানোর জন্য যে 'চেষ্টা' তারা করেছিল সেটাও বিষয়টি আরও ভালো ভাবে মনে রাখতে তাদের সাহায্য করেছে - হয়তো পরীক্ষাতেও।

আসলে কোন পদ্ধতিটি কাজ করবে সেটা ভাবার প্রক্রিয়ায়, তারা বৃত্তের সঙ্গে সম্পর্কিত সমস্ত উপপাদ্য এবং বৈশিষ্ট্য ভেবে বের করেছিল। তাই একই সাথে এটি ভাল পর্যালোচনা এবং তারা খেলার মাঠে যে প্রকৃত সমস্যার সম্মুখীন হয়েছে সেটা সমাধান করতে এই উপপাদ্যগুলি ও বৈশিষ্ট্যগুলি সাহায্য করতে পারে তার উপলব্ধিও ছিল।



চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনার শ্রেণির জন্য এটি কেমন ছিল?
- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন উত্তরগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা বুঝেছে জানার জন্য আপনি কী প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করেছিলেন? আপনি এটা থেকে কি শিখলেন?

4 মূর্ত গণিত থেকে কাগজে উপস্থাপনা

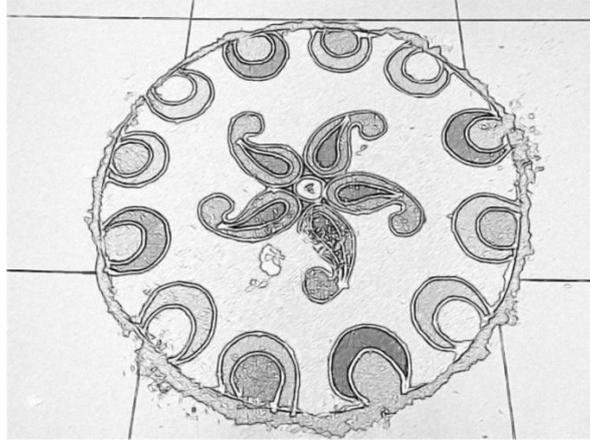
অ্যাক্টিভিটি 2 এবং 3-এ আপনি শিক্ষার্থীদের বড় আকারে গাণিতিক গঠন তৈরি করার অভিজ্ঞতা দিয়েছেন, যা থেকে শ্রেণিতে কাজ করা বা পাঠ্যপুস্তক ব্যবহার করার চেয়ে ভিন্ন ধরণের অভিজ্ঞতা পাওয়া যায়। তবে আপনার শিক্ষার্থীদের একটা পর্যায়ে গিয়ে গাণিতিক শিখনকে কাগজে-কলমে এবং পরীক্ষার প্রশ্নগুলির উত্তর দানের ক্ষেত্রে কাজে লাগাতে হবে। বিখ্যাত শিক্ষাবিদ ক্রনার (1966), এই বিবিধ জগতগুলিকে 'অভিনয়মূলক-চিত্রমূলক-প্রতীক' হিসাবে বর্ণনা করেছেন। পরের অ্যাক্টিভিটির লক্ষ্য হল সেই উত্তরণ ঘটানো যা শ্রেণিকক্ষের বাইরে গণিত শিক্ষণ (ক্রনারের 'অভিনয়মূলক' পর্যায়) থেকে অভিনয়মূলক শেখাকে উপস্থাপন করে। আঁকা বা ছবি তৈরি

করা (ব্রনারের 'চিত্রমূলক পর্যায়) এবং সব শেষে গণিতের প্রতীকি চিহ্ন ব্যবহার করা –এ জাতীয় চিহ্নের ধারণা তৈরি (ব্রনারের 'প্রতীকি' পর্যায়) করার পর্যায়ে নিয়ে আসা। এ জাতীয় গাণিতিক প্রতীকি চিহ্ন পাঠ্যপুস্তক এবং পরীক্ষার পেপারে দেখা যায়।

অ্যাক্টিভিটি 4: মূর্ত গণিত থেকে পরীক্ষার প্রশ্ন

অংশ 1

আপনার শিক্ষার্থীদের আবার অ্যাক্টিভিটি 3-এর কথা ভাবতে বলুন যেখানে তারা কেন্দ্রে একটি বল রেখে খেলার মাঠে তৈরি বৃত্তের সঠিকভাবে কেন্দ্রটি খোঁজার চেষ্টা করেছিল এবং তারা একই জিনিস কাগজে করতে পারে কিনা দেখতে বলুন। আপনি এখন তাদের বলুন খেলার মাঠে যে বৃত্তটি তৈরি করেছিল তার জন্য তাদের খাতায় ধরে এমন মাপের একটি ছোট বৃত্ত পুনরায় আঁকতে। তারা একটি বালা, এক জোড়া কম্পাস বা গোলাকার যে কোনও কিছু ব্যবহার করে বৃত্তটি আঁকতে পারে। যদি সময় কুলোয় তবে তারা তাদের বৃত্তটিকে একটি রঙ্গোলিতে পরিণত করতে পারে (চিত্র 2)।



চিত্র 2 রঙ্গোলির একটি উদাহরণ

আপনার শিক্ষার্থীদের এখন নীচের প্রশ্নগুলির উত্তর দিতে বলুন:

- কি ভাবে তুমি নির্ভুল ও নিশ্চিত কেন্দ্র পাবে?
- স্কুলের বাইরে, কোথায় এবং কখন তোমার মনে হয় যে তোমার কোনও বৃত্তের কেন্দ্র খোঁজার প্রয়োজন হতে পারে? নিজের কল্পনাশক্তি ব্যবহার করো।

অংশ 2

আপনার শিক্ষার্থীদের অ্যাক্টিভিটি 2-এর কথা ভাবতে বলুন যেখানে তারা ত্রিভুজগুলির একটি বৃত্তের সংস্করণ তৈরি করেছিল। তারা কি ভাবে সেটিকে শ্রেণিকক্ষের কার্যকলাপে পরিণত করতে পারে যা তারা তাদের খাতায় করেছিল?

অংশ 3

আপনার শিক্ষার্থীদের নিচের বিষয়গুলো বলুন:

- তোমার পাঠ্যপুস্তক নাও এবং যদি থাকে তাহলে পরীক্ষার পেপার নাও।
- সেই অধ্যায় এবং প্রশ্নগুলি খুঁজে বের করো যেগুলি তোমার মনে হয় যে সেই গণিতের সাথে যুক্ত যা তুমি অ্যাক্টিভিটি 2 এবং 3 এবং এই অ্যাক্টিভিটির অংশ 1 এবং 2 থেকে শিখেছো।
- কোন দিক থেকে সেই প্রশ্নগুলি একই বা পৃথক?
- তুমি কি একই সমস্যায় আটকে যাচ্ছ?
- তুমি নিজে নিজেই কি ভাবে সেখান থেকে বেরিয়ে আসতে পারো?
- মনে করো তুমি একটি পাঠ্যপুস্তক রচয়িতা বা কোনও পরীক্ষার প্রশ্ন তৈরি করছো। তুমি কি এই বিষয়ের ওপর তিনটি নতুন প্রশ্ন ভেবে বের করতে পারবে যা পাঠ্যপুস্তক বা পরীক্ষায় ব্যবহার করা যায় - একটি সহজ, একটি মাঝারি এবং একটি কঠিন? (মনে রাখবে যে তোমার নিজের এই প্রশ্নগুলির সঠিক উত্তর জানা প্রয়োজন!)

কেস স্টাডি 4: শ্রীমতী চ্যাটার্জী অ্যাক্টিভিটি 4 সম্বন্ধে চিন্তা ভাবনা

এই অ্যাক্টিভিটিগুলি করার পরে আমার শিক্ষার্থীদের মধ্যে পরিবর্তন বেশ গভীর ও লক্ষ্যনীয় ছিল। যদিও তারা এই কাজগুলি সহজ বলে মনে করে নি এবং সেগুলি দ্রুত করতে পারেনি, তবু তাদের গণিত করার ক্ষমতা সম্বন্ধে অনেক বেশি আত্মবিশ্বাস দেখা গিয়েছিল। তাদের নিজেদের শেখার ক্ষমতার ওপর অনেক বেশি নিয়ন্ত্রণ ছিল বলে মনে হয়েছিল।

তারা আনন্দের সাথে কাজের প্রথম অংশে অংশগ্রহণ করেছিল, তাদের কেন বৃত্তের কেন্দ্র তৈরি করা প্রয়োজন হতে পারে সেই নিয়ে বহু আজগুবি গল্প ভেবে বের করেছিল। প্রায় সমস্ত গল্পে কোনও মডেল তৈরি করার জন্য কাগজে স্কেলিং করেছিল, যা ইঙ্গিত দিচ্ছিল যে তারা তাদের খাতার বাইরেও গণিতকে দেখতে পায়।

অ্যাক্টিভিটির অংশ 2-এর জন্য আমি শিক্ষার্থীদের জুটি বেঁধে কাজ করতে বলেছিলাম কারণ আলোচনার করা কোথাও আটকে গেলে সেখান থেকে বেরিয়ে আসতে এবং আরও ধারণা পেতে সাহায্য করতে পারে।

আমরা পার্থক্যপূন্যকর অধ্যয়নগুলি দেখা ও এই অধ্যয়নগুলিতে আসলে কি আছে সেই আলোচনা করা দিয়ে শুরু করেছিলাম। আবারও তারা জুটি বেঁধে এটিতে কাজ করেছিল। নতুন প্রশ্ন তৈরির জন্য তারা যে প্রশ্নগুলি তৈরি করেছিল এটা তার একটা:

- দুটি ত্রিভুজ ABC এবং PQR-এর বাহুগুলির অনুপাত হল নিম্নরূপ:
$$\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{AC}{PR} = 1$$
- দুটির পরিসীমার অনুপাত নির্ণয় কর।
- তুমি যে তথ্য পেয়েছ সেটা ব্যবহার করে বৃত্তের ত্রিভুজের সম্ভাব্য বাহুগুলি খুঁজে নির্ণয় কর।

আরেকটি প্রশ্ন ছিল:

- এমন একটি ত্রিভুজ আঁক যা অন্য, মূল ত্রিভুজের 2/3 অংশ
- এমন একটি ত্রিভুজ আঁক যা অন্য, মূল ত্রিভুজটির 5/3 অংশ
- তুমি কি ভাবে একটি ত্রিভুজ আঁকবে যেটি মূল ত্রিভুজের 500/3 হবে তা আলোচনা কর।



চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে কোন উত্তরগুলি অপ্রত্যাশিত ছিল? কেন?
- সমস্ত শিক্ষার্থী কি অংশ নিয়েছিল?
- এই অ্যাক্টিভিটিগুলির মাধ্যমে তাদের শিক্ষণের কি অগ্রগতি হয়েছিল?

5 সারসংক্ষেপ

এই ইউনিটে আপনি জ্যামিতিতে নির্মাণগুলি নিয়ে কাজ করার সময় কি ভাবে ব্যবহারিক শিক্ষা এবং তার রূপায়ন ব্যবহার করা যায় সেটা শিখেছেন। আপনি দেখেছেন যে আপনি কি ভাবে বহির্জগতকে গণিতের ক্রীড়াভূমি রূপে ব্যবহার করতে পারেন - যেখানে ধারণাগুলি নিয়ে পরীক্ষা নিরীক্ষা করা যায় এবং গণিতের সম্পর্কগুলি স্থাপন করতে পারা যায়। এই ভাবে কাজ করা আপনার শিক্ষার্থীদের স্বনির্ভর শিক্ষার্থী হিসাবে তৈরি করতে সাহায্য করে যারা শ্রেণিকক্ষে তাদের শেখা ধারণাগুলির সম্বন্ধে চিন্তা ভাবনা করতে পারে এবং বাইরে সেগুলি প্রয়োগ করতে পারে। আপনি যেমনটি দেখেছেন যে এটি তাদের পরীক্ষায় সহায়তা করবে - তবে আরও গুরুত্বপূর্ণ হল এটি তাদের গণিতকে তাদের জীবনে এবং তারা প্রাপ্তবয়স্ক হলে তাদের কেরিয়ারে ব্যবহার করতে সাহায্য করবে।



চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

এই ইউনিটে ব্যবহার করা হয়েছে এমন তিনটি ধারণা চিহ্নিত করুন, যেগুলো আপনি অন্যান্য বিষয় শিক্ষাদানের সময় ব্যবহার করতে পারবেন। যেমন আপনি গণিত অভিনয় করা থেকে ছবি এবং প্রতীকে নেওয়ার জন্য অ্যাক্টিভিটি 4 থেকে ধারণাগুলি গ্রহণ করতে পারেন। আপনাকে শীঘ্রই পড়াতে হবে এমন দুটি বিষয়ের একটি নোট নিন যেখানে সেই ধারণাগুলি কিছু ছোটখাটো সামঞ্জস্যপূর্ণ পরিবর্তনসহ ব্যবহার করতে পারা যায়।

সম্পদসমূহ

সম্পদ 1: NCF/NCFTE শিক্ষাদানের আবশ্যিকতাগুলি

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

- পাঠ্যক্রম, পাঠ্যসূচি এবং পাঠ্যপুস্তকগুলিকে কেবল 'প্রদত্ত' এবং প্রশ্নাভিত্তি ভাবে স্বীকৃতি না জানিয়ে কথা বলে সমালোচনার সাথে সেগুলি পরীক্ষা করে সংশ্লিষ্ট করুন।
- শ্রেণিকক্ষের ভিতরে এবং বাইরে উভয়স্থানেই শিক্ষাদানের মাধ্যম হিসাবে ব্যবহারিক পদ্ধতির সম্ভাবনা উপলব্ধি করুন; এবং শিক্ষা প্রণালীর এক অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসেবে কাজ করুন
- শিক্ষার্থীদের গণিতকে ভয় পাওয়ার পরিবর্তে তাদের এটি শিখতে সাহায্য করুন।
- আলোচনার বিষয় হিসাবে, যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে, নিজেদের মধ্যে আলোচনার বিষয়বস্তু হিসেবে এবং একসাথে কাজ করার মাধ্যম হিসেবে গণিতকে দেখার জন্য শিক্ষার্থীদেরকে সহায়তা করুন।

সম্পদ 2: দলগত কাজ ব্যবহার করা

দলগত কাজ হল একটা পদ্ধতিমাত্মক, সক্রিয়, শিক্ষাবিজ্ঞানগত কৌশল যা ছোট দলগুলির শিক্ষার্থীদের সাধারণ লক্ষ্যের সাফল্য অর্জনের জন্য একসাথে কাজ করতে উৎসাহিত করে। এই ছোট ছোট দলগুলো সুসংহত অ্যাক্টিভিটির মাধ্যমে আরও সক্রিয় এবং কার্যকর শিক্ষাদানকে উৎসাহিত করে।

দলগতভাবে কাজ করার সুবিধা

দলগতভাবে কাজ আপনার শিক্ষার্থীদেরকে চিন্তা করতে, মতবিনিময় করতে, ধারণা ও চিন্তাধারা আদান প্রদান করতে, এবং সিদ্ধান্ত নিতে উৎসাহিত করে তাদেরকে শেখার জন্য অনুপ্রাণিত করার এক অত্যন্ত কার্যকর উপায় হতে পারে। আপনার শিক্ষার্থীরা শিখতে এবং অন্যদের শেখাতে, দুটোই পারে: এটি শিক্ষার একটা শক্তিশালী এবং সক্রিয় রূপ।

দলগতভাবে কাজ হল শিক্ষার্থীদের দল বেঁধে বসার থেকে অনেক বেশি কিছু; এর জন্য সকলকেই একটি স্পষ্ট উদ্দেশ্যযুক্ত কাজে অংশ নিতে ও অবদান দিতে হয়। আপনি শেখানোর জন্য কেন দলগতভাবে কাজের ব্যবহার করছেন সেই সম্পর্কে আপনার স্পষ্ট ধারণা থাকতে হবে এবং বক্তৃতা করা, জুটিতে কাজ করা বা শিক্ষার্থীদের নিজে নিজে করার পরিবর্তে এটা কেন বাঞ্ছনীয় তা জানতে হবে। অতএব, দলগত কাজ সুপারিকল্পিত এবং উদ্দেশ্যপূর্ণ হতে হবে।

দলগত কাজের পরিকল্পনা

কখন এবং কীভাবে আপনি দলগত কাজ ব্যবহার করবেন তা পাঠ্যক্রমের শেষে আপনি কি শিখন অর্জন করতে চান তার উপর নির্ভর করবে। আপনি পাঠের শুরুতে, মাঝপথে বা শেষে দলগত কাজ অন্তর্ভুক্ত করতে পারেন, তবে আপনার যথেষ্ট সময় দেওয়া দরকার। আপনি শিক্ষার্থীদের দিয়ে যে কাজটি সম্পূর্ণ করতে চান সেই বিষয়ে এবং দলগুলো সংগঠিত করার সেরা উপায় সম্পর্কে আপনাকে ভাবতে হবে।

শিক্ষক হিসেবে আপনি দলগত কাজের সাফল্য নিশ্চিত করার লক্ষ্যে আপনি এই ভাবে কিছু আগাম পরিকল্পনা করতে পারেন:

- দলগত অ্যাক্টিভিটির লক্ষ্য এবং প্রত্যাশিত ফলাফল
- মতামত প্রদান বা সংক্ষেপে কোনো কাজের বর্ণনা সহ, তার জন্য বরাদ্দ সময়
- কীভাবে দল ভাগ করবেন (কতগুলো দল, প্রত্যেক দলে কতজন শিক্ষার্থী, দলগতভাবে বিচার্য বিষয়)
- কীভাবে দলগুলো সংগঠিত করবেন (বিভিন্ন দলের সদস্যদের ভূমিকা, প্রয়োজনীয় সময়, উপকরণ, নথিবদ্ধ করা এবং প্রতিবেদন তৈরি করা)
- কীভাবে কোনো মূল্যায়ন পদ্ধতি পরিচালনা ও নথিবদ্ধ করা হবে (দলগত মূল্যায়ন থেকে ব্যক্তিগত মূল্যায়নকে আলাদা করে চিহ্নিত করতে যত্নশীল হোন)
- কীভাবে আপনি দলগত অ্যাক্টিভিটিগুলো নিরীক্ষণ করবেন।

দলগতভাবে করণীয় কাজগুলো

আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের যে কাজ সম্পূর্ণ করতে বলেন তা নির্ভর করে আপনি তাদের যা শেখাতে চান তার উপর। দলগত কাজে অংশ নিয়ে তারা একে অপরের কথা শোনা, তাদের ধারণাগুলো ব্যাখ্যা করা এবং সহযোগিতামূলকভাবে কাজ করার মত দক্ষতাগুলো শিখবে। তবে, তাদের জন্য প্রধান লক্ষ্য হল আপনি যে বিষয়টি শেখাচ্ছেন সেটা সম্পর্কে কিছু শেখা। করণীয় কাজের কিছু উদাহরণ নিম্নরূপ:

- **উপস্থাপনা:** শিক্ষার্থীরা শ্রেণির বাকি সহপাঠীদের জন্য একটা উপস্থাপনা প্রস্তুত করতে দলগতভাবে কাজ করে। প্রতিটি দল যদি বিষয় সম্পর্কে ভিন্ন ভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গি উপস্থাপনা করে তবে তা সবচেয়ে কার্যকরী হয়, তাহলে একই বিষয়ে বারবার শোনার থেকে বরং তারা একে অপরের কথা শুনতে উদ্দীপিত হয়। প্রতিটি দলের ক্ষেত্রেই উপস্থাপন করার সময় সম্পর্কে খুব কঠোর হতে হবে এবং ভাল উপস্থাপনা নির্বাচন করার জন্য নির্দিষ্ট মানদণ্ডগুলো স্থির করতে হবে। পাঠ শুরু করার আগেই, বোর্ডে এগুলো লিখুন। শিক্ষার্থীরা তাদের উপস্থাপনার পরিকল্পনা এবং একে অপরের কাজের মূল্যায়ন করার জন্য এই মানদণ্ডগুলো ব্যবহার করতে পারে। মানদণ্ডগুলোতে অন্তর্ভুক্ত থাকতে পারে:
 - উপস্থাপনাটি কি স্পষ্ট ছিল?
 - উপস্থাপনাটি কি সুসংগঠিত ছিল?
 - আমি কি উপস্থাপনাটি থেকে কিছু শিখতে পেরেছিলাম?
 - উপস্থাপনাটি কি আমাকে ভাবিয়ে তুলেছিল?
- **সমস্যার সমাধান:** কোন সমস্যা বা এক গুচ্ছ সমস্যার সমাধান করতে শিক্ষার্থীরা দলগতভাবে কাজ করে। এতে বিজ্ঞানের একটা পরীক্ষা পরিচালনা করা, গণিতের সমস্যা সমাধান, ইংরেজিতে একটা গল্প বা কবিতা বিশ্লেষণ, বা ইতিহাসের প্রমাণ বিশ্লেষণ অন্তর্ভুক্ত থাকতে পারে।
- **একটা হস্তনির্মিত বস্তু বা পণ্য তৈরি করা:** শিক্ষার্থীরা একটা গল্প নির্মাণ, নাট্যাংশ, সঙ্গীতাংশ মডেল তৈরি করে, কোন ধারণা ব্যাখ্যা করার জন্য, কোনো বিষয়ে একটা সংবাদ প্রতিবেদন অথবা পোস্টার বানিয়ে কোনো ধারণা ব্যাখ্যা অথবা সারাংশ করার জন্য তারা দলগতভাবে কাজ করে। একটি নতুন বিষয় শুরু করার আগে দলগুলোকে বৌদ্ধিক আলোড়ন (Brainstorming) বা চিন্তনের রূপরেখা (Mind Map) তৈরি করার জন্য পাঁচ মিনিট সময় দেওয়া হলে, তাদের সক্রিয়তা আপনাকে তাদের বর্তমান জ্ঞান সম্পর্কে জানতে সাহায্য করে, এবং যথাযথ শিখন মাত্রার পাঠ পরিকল্পনা করতেও সহায়তা করবে।
- **পৃথকীকৃত কর্ম:** বিভিন্ন বয়স বা বিভিন্ন দক্ষতার শিক্ষার্থীদের কোন উপযুক্ত করণীয় কাজ একসঙ্গে করার জন্য দলগত কাজ একটা ভালো সুযোগ করে দেয়। কাজটি ব্যাখ্যা করার সুযোগ পেয়ে উচ্চ সামর্থ্যুক্ত উপকৃত হতে

পারে, পঞ্চাশতের স্বল্প সামর্থ্যযুক্ত শিক্ষার্থীদের পক্ষে পুরো শ্রেণির তুলনায় একটা দলের মধ্যে প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করায় সাবলীল হবে এবং তারা তাদের সহপাঠীদের কাছ থেকেও শিখবে।

- **আলোচনা:** শিক্ষার্থীরা একটি বিষয় বিবেচনা করে এবং সিদ্ধান্তে আসে। বিভিন্ন বিকল্প বিবেচনা করার জন্য শিক্ষার্থীদের যথেষ্ট জ্ঞান থাকা নিশ্চিত করতে আপনাকে যথেষ্ট প্রস্তুতি নিতে হতে পারে, তবে একটা আলোচনা বা বিতর্ক আয়োজন করা আপনার ও তাদের উভয়ের জন্য অত্যন্ত ফলপ্রসূ হতে পারে।

দলগুলোকে সংগঠিত করা

চার থেকে আট জনের দল আদর্শ তবে এটা আপনার শ্রেণির আকার, বাস্তব পরিবেশ ও আসবাবপত্র, এবং আপনার শিক্ষার্থীদের সামর্থ্য ও বয়সের সীমার উপর নির্ভর করবে। আদর্শভাবে একটা দলের প্রত্যেকের একে অপরকে দেখা, চিৎকার করে কথা বলা এবং দলগত কাজের ফলাফলে অবদান রাখা প্রয়োজন।

- কীভাবে এবং কেন আপনি শিক্ষার্থীদের দলে বিভক্ত করবেন তা স্থির করুন; উদাহরণস্বরূপ, আপনি বন্ধুত্ব, আগ্রহ অথবা অনুরূপ বা মিশ্র দক্ষতা অর্জন অনুযায়ী দলগুলোকে বিভক্ত করতে পারেন। বিভিন্ন পদ্ধতি নিয়ে পরীক্ষানিরীক্ষা করুন এবং প্রতিটি শ্রেণিতে কোনটা সবথেকে ভালভাবে কাজ করে তা পর্যালোচনা করুন।
- আপনি দল সদস্যদের যে সমস্ত ভূমিকা দেবেন (উদাহরণস্বরূপ, লিপিকার, মুখপাত্র, সময় রক্ষক বা সরঞ্জাম সংগ্রাহক), এবং আপনি এটা কীভাবে সুস্পষ্ট করবেন তা পরিকল্পনা করুন।

দলগতভাবে কাজ পরিচালনা করা

ভাল দলগত কাজ পরিচালনা করতে আপনি রুটিন এবং নিয়ম তৈরি করতে পারেন। আপনি নিয়মিত দলগত কাজ ব্যবহার করলে, শিক্ষার্থীরা জানবে যে আপনি কি আশা করেন এবং এটাকে আনন্দদায়ক বলে মনে করবে। দল ও দলের সঙ্গে একসঙ্গে কাজ করার সুবিধা চিহ্নিত করার জন্য, আপনার শ্রেণির সঙ্গে কাজ করা প্রাথমিকভাবে একটা ভাল ধারণা। দলগত কাজে ভাল আচরণ বলতে কী বোঝায় তা আপনার আলোচনা করা উচিত, এবং সম্ভবত 'নিয়মাবলী'র একটা তালিকা তৈরি করা উচিত যা প্রদর্শন করা যেতে পারে; উদাহরণস্বরূপ, 'একে অপরের জন্য সম্মান', 'শোনা', 'একে অপরকে সাহায্য করা', 'একাধিক ধারণা চেষ্টা করা', প্রভৃতি।

দলগত কাজ সম্পর্কে পরিষ্কার মৌখিক নির্দেশ দেওয়া গুরুত্বপূর্ণ যা সূত্র হিসেবে ব্ল্যাকবোর্ডেও লেখা যেতে পারে। আপনাকে করতে হবে:

- আপনার পরিকল্পনা অনুযায়ী আপনার শিক্ষার্থীদের যে দলে কাজ করতে হবে সেই দলে যোগ দেওয়ার নির্দেশ দিন, সম্ভবত শ্রেণিকক্ষের এলাকাগুলোও চিহ্নিত করে দিতে পারেন যেখানে তারা কাজ করবে বা কোনো আসবাবপত্র বা বিদ্যালয় ব্যাগ সরানো সম্পর্কে নির্দেশাবলী প্রদান করুন
- করণীয় কাজটি সম্পর্কে খুব স্পষ্ট ধারণা থাকতে হবে এবং সংক্ষিপ্ত নির্দেশাবলী বা ছবিতে এটা বোর্ডে লিখুন। আপনার শুরু করার আগে আপনার শিক্ষার্থীদের প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করার অনুমতি দিন।

পাঠের সময়, পর্যবেক্ষণ করতে চারিদিকে ঘুরুন এবং দলগুলো কীভাবে কাজ করছে তা পরীক্ষা করুন। তারা কাজ থেকে বিচ্যুত হয়ে গেলে বা আটকে পড়লে, যেখানে প্রয়োজনে পরামর্শ দিন।

আপনি কাজের সময় দল পরিবর্তন করতে পারেন। আপনি দলগত কাজের ব্যাপারে আত্মবিশ্বাসী বোধ করলে এই দুটো কৌশল চেষ্টা করে দেখতে পারেন – বড় শ্রেণি সামলানোর সময় এগুলো বিশেষভাবে সহায়ক হয়:

- **বিশেষজ্ঞ দল:** প্রতিটি দলকে ভিন্ন কাজ দিন, যেমন বিদ্যুত উৎপাদনের একটা উপায় গবেষণা করা বা কোন নাটকের জন্য একটা চরিত্র তৈরি করা। একটি উপযুক্ত সময়ের পরে, দলগুলোকে পুনরায় সংগঠিত করুন যাতে

সমস্ত মূল দল থেকে একজন ‘বিশেষজ্ঞ’কে নিয়ে প্রতিটি নতুন দল তৈরি হয়। তারপর তাদের একটা কাজ দিন যেখানে সমস্ত বিশেষজ্ঞদের থেকে জ্ঞানকে এক জায়গায় জড় করতে হয়, যেমন কি ধরনের বিদ্যুৎকেন্দ্র নির্মাণ করতে হবে সেই সিদ্ধান্ত নেওয়া বা নাটকের একটা অংশ প্রস্তুত করা।

- **‘দূত’:** কাজটিতে কিছু সৃষ্টি করা বা কোন সমস্যার সমাধান করা জড়িত থাকলে, কিছুক্ষণ পর, প্রতিটি দলকে অন্য দলগতভাবে একজন দূত পাঠাতে বলুন। তারা ধারণাগুলোর বা সমস্যার সমাধানগুলোর তুলনা করতে পারে এবং তারপর তাদের নিজেদের দলে ফিরে গিয়ে মতামত প্রকাশ করতে পারে। এই ভাবে, দলগুলো একে অপরের থেকে শিখতে পারে।

কাজের শেষে, কি শেখা হয়েছে তা সংক্ষেপে বর্ণনা করুন এবং আপনি কোনো ভ্রান্ত ধারণা দেখতে পেলে তা সংশোধন করুন। আপনি প্রতিটি দল থেকে মতামত শুনতে চাইতে পারেন, অথবা শুধুমাত্র একটা বা দুটো দলকে জিজ্ঞাসা করতে পারেন, যাদের কিছু ভাল ধারণা আছে বলে আপনি মনে করেন। শিক্ষার্থীদের মতামত প্রদান করাটি সংক্ষিপ্ত রাখুন এবং কোন কাজটা ভালভাবে করা হয়েছে, কোনটা আকর্ষণীয় ছিল এবং কোনটা আরও উন্নত করা যেতে পারে তা শনাক্ত করে তাদেরকে অন্য দলগুলির কাজের উপর মতামত দিতে উৎসাহ দিন।

আপনি যদি আপনার শ্রেণিকক্ষে দলগত কাজ গ্রহণ করতে চান তাহলেও, কখনও কখনও এটা সংগঠিত করা আপনার কাছে কঠিন লাগতে পারে, কারণ কিছু শিক্ষার্থী:

- সক্রিয় শিখন প্রতিরোধ করে এবং অংশ নেয় না
- আধিপত্য বিস্তারকারী
- পারস্পরিক সম্পর্ক স্থাপনের কম দক্ষতার কারণে বা আত্মবিশ্বাসের অভাবে তারা অংশগ্রহণ করে না।

দলবদ্ধ কাজ পরিচালনায় কার্যকর হয়ে ওঠার জন্য, শেখার ফলাফল কতদূর পূরণ হয়েছিল এবং আপনার শিক্ষার্থীরা কতটা ভাল সাড়া দিয়েছিল (তারা সবাই কি উপকৃত হয়েছিল?) তা বিবেচনা করার পাশাপাশি উপরের সব পয়েন্টগুলো বিবেচনা করা গুরুত্বপূর্ণ। দলগত কাজ, সম্পদ, সময় বা দল গঠনে আপনি যে পরিবর্তনগুলো করতে পারেন তা বিবেচনা করুন এবং সাবধানে পরিকল্পনা করুন।

গবেষণা সুপারিশ করে যে শিক্ষার্থীদের সাফল্যকে ইতিবাচকভাবে প্রভাবিত করার জন্য সব সময় দলগত শিখন প্রয়োগ করার প্রয়োজন নেই, তাই প্রতি পাঠে এটার ব্যবহার বাধ্যতামূলক বলে আপনার মনে করা উচিত নয়। আপনি দলগত কাজ ব্যবহার করাকে একটা পরিপূরক কৌশল হিসাবে বিবেচনা করতে পারেন, উদাহরণস্বরূপ একটা বিষয় পরিবর্তনের মধ্যে একটা বিরতি হিসাবে বা শ্রেণির কোন আলোচনা হঠাত শুরু করার জন্য। এছাড়াও আড়ষ্টতা দূর করার অ্যাক্টিভিটি হিসাবে বা অভিজ্ঞতামূলক শেখার অ্যাক্টিভিটি প্রচলন করার জন্যও এটা ব্যবহার করা যায় এবং শ্রেণিকক্ষে সমস্যা সমাধান অনুশীলন করতে, বা বিষয় পর্যালোচনা করতেও ব্যবহার করা যেতে পারে।

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://rich.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>
- 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://azimpremijfoundation.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 IX and X of West Bengal Board of Secondary Education

তথ্যসূত্র/গ্রন্থতালিকা

- Bloomfield, A. and Vertes, B. (2005) *People Maths: Hidden Depths*. Derby: Association of Teachers of Mathematics.
- Bloomfield, A. and Vertes, B. (2008) *More People, More Maths*. Derby: Association of Teachers of Mathematics.
- Bruner, J. (1966) *Towards a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dreyfus, H.L. (1996) 'The current relevance of Merleau-Ponty's phenomenology of embodiment', *Electronic Journal of Analytic Philosophy*, no. 4. Available from: <http://ejap.louisiana.edu/EJAP/1996.spring/dreyfus.1996.spring.abs.html> (accessed 15 July 2014).
- Gibbs, R.W. (2006) *Embodiment and Cognitive Science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mason, J., Burton, L. and Stacey, K. (2010) *Thinking Mathematically*, 2nd edn. Harlow: Pearson Education.
- 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.
- 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 কমন্স 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 কমন্স 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 প্রদানের জন্য নিম্নলিখিত উৎসগুলির প্রতি কৃতজ্ঞতা স্বীকার করা হয়:

চিত্র 1: রব টাউনারের সৌজন্যে [Figure 1: courtesy of Rob Towner.]

চিত্র 2: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kolam@TamilWedding.jpg> – এই ফাইলটি ক্রিয়েটিভ কমন্স অ্যাট্রিবিউশন-শেয়ার অ্যালাইক 3.0 আনপোর্টেড লাইসেন্সের অধীনে লাইসেন্সিত। [Figure 2:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kolam@TamilWedding.jpg> – this file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported licence.]

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।