

6 থেকে 11 বছর - শিক্ষকের জন্য

যে বিমানগুলো কথা বলে: চার পাঠের একটি প্রাথমিক বিজ্ঞান কোর্স

এটি সেই কোর্স, যেভাবে শিক্ষকের তা জানা দরকার: ক্লাস যতটা শুনবে তার চেয়ে এক স্তর গভীরে ব্যাখ্যা করা বিজ্ঞান, ধারণাগুলো যে ক্রমে আসতে হবে, ছয় বছরে কী বলতে হবে আর দশ বছরে কী যোগ করতে হবে, প্রতিটি ধারণা বহন করা প্রদর্শনী আর কেন সেগুলো কাজ করে, এবং শিশুরা সঙ্গে করে যে ভুল ধারণাগুলো নিয়ে আসে। প্রায় 50 মিনিটের চারটি পাঠ, সাধারণত দুই সপ্তাহে ছড়ানো।

শিখুন - <https://radar.dataero.eu/bn/learning/ages-6-11> 2026-10-22

সূচিপত্র

শুরুর আগে: কোর্সটি কী শেখায় আর কেন চারটি পাঠ এর যোগ্য

পাঠ 1 ব্যস্ত আকাশ আর কথা-বলা বিমান

পাঠ 2 অদৃশ্য আলো: বার্তা কীসে চড়ে যায়

পাঠ 3 ধাতুর কান ও গোল পৃথিবী: বার্তা কীভাবে ধরা হয়, আর কত দূর থেকে

পাঠ 4 মানচিত্র: অনেক কান কীভাবে একটি ছবি বানায়

মূল্যায়ন: তারা কি গল্পটি বলতে পারে?

এরপর স্কুলের ছাদে একটি রিসিভার

শুরুর আগে: কোর্সটি কী শেখায় আর কেন চারটি পাঠ এর যোগ্য

ইউরোপের আকাশের প্রতিটি যাত্রীবাহী বিমান প্রতি সেকেন্ডে প্রায় দুবার একটি ছোট বেতার বার্তা সম্প্রচার করে, যাতে থাকে তার পরিচয়, অবস্থান, উচ্চতা ও গতি। ব্যবস্থাটির নাম ADS-B, আর 2020 সাল থেকে বেশিরভাগ বিমানের জন্য এটি বাধ্যতামূলক। এয়ার ট্রাফিক কন্ট্রোলাররা এর উপর নির্ভর করেন; যেকোনো ফোনের লাইভ ফ্লাইট মানচিত্র ও তা-ই করে। একটি প্রাথমিক শ্রেণির জন্য এটি প্রায় নিখুঁত একটি বিষয়, কারণ এটি শিশুরা ইতিমধ্যে যা নিয়ে ভাবে, যে বিমানগুলো তারা দেখে ও শোনে, তাকে জুড়ে দেয় পাঠ্যক্রম যে পদার্থবিজ্ঞান আপনাকে শেখাতে বলে তার সঙ্গে: আলো ও শব্দ আলাদা ধরনের জিনিস, আলো সরলরেখায় চলে, তরঙ্গের একটি দৈর্ঘ্য আছে, পৃথিবী একটি গোলক আর এর দৃশ্যমান পরিণতি আছে, তথ্যকে কোড করে পাঠানো যায়, আর একটি মানচিত্র তৈরি হয় পরিমাপ থেকে। বিষয়টি বাস্তব ও বর্তমান; এর কিছুই খেলনা মডেল নয়।

কোর্সটি ব্যবস্থাটির নিজস্ব যুক্তি অনুসরণ করে, কারণ সেই যুক্তিই শেখানোর সঠিক ক্রম। প্রথমে ক্লাসকে বুঝতে হবে যে আকাশ দ্রুত, অদৃশ্য যানবাহনে ভরা, যার হিসাব কাউকে রাখতে হয়। তারপর, প্রতিটি বিমান জানে সে কোথায় আর বারবার তা বলে, চার অংশের একটি বার্তায়। তারপর, বার্তাটি চলে একটি বেতার তরঙ্গ হিসেবে, আর বেতার তরঙ্গ আলোরই একটি রূপ। তারপর, একটি অ্যান্টেনা তা ধরে, আর গোল পৃথিবী সীমা টানে কত দূর পর্যন্ত। শেষে, অনেক অ্যান্টেনা মিলে মানচিত্র গড়ে। প্রতিটি পাঠ সেই শৃঙ্খলে একটি কড়া যোগ করে, আর শেষে আপনি সেই শৃঙ্খলটিই মূল্যায়ন করছেন: একটি শিশু কি বিমান থেকে মানচিত্র পর্যন্ত গল্পটি ক্রম মেনে, সঠিক কারণসহ বলতে পারে?

বিমান চলাচল বা বেতারে আপনার কোনো পটভূমি লাগবে না। নিচের প্রতিটি পাঠ শুরু হয় বিজ্ঞান দিয়ে, যেভাবে আপনার তা বোঝা দরকার, যা ক্লাস যতদূর যাবে তার চেয়ে এক স্তর গভীরে, যাতে আপনি প্রশ্নের পেছনের প্রশ্নের উত্তর দিতে পারেন। পূর্ণ বড়দের বিবরণ চাইলে মূল পাতার রেফারেন্স কোর্সে বারোটি অধ্যায় আছে; এই বয়সের জন্য সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অধ্যায়

3, 6 ও 7। দুটি জিনিস পুরো সময় স্পষ্টভাবে মনে রাখা উচিত, কারণ এই দুই জায়গাতেই বড়রা সবচেয়ে বেশি ভুল জিনিস শেখান। বেতার শব্দ নয়; এটি এমন রঙের আলো যা আমাদের চোখ দেখতে পায় না, আর এই তফাতই পাঠ 2-এর প্রাণ। আর এই ব্যবস্থায় বিমানকে "উপগ্রহ দেখে না" বা "রাডার খুঁজে পায় না": এটি উপগ্রহ শুনে নিজের অবস্থান নিজে বের করে, তারপর তা ঘোষণা করে। কেউ বিমানকে খোঁজে না। বিমান বলে।

পার্থক্যকরণ নিয়ে: কোর্সটি পুরো 6 থেকে 11 বছরের পরিসরের জন্য লেখা, আর প্রতিটি পাঠের লেখায় বলা আছে ছোট ও বড় প্রাপ্ত কোথায় আলাদা পথে যায়। মোটা দাগে, ছয় থেকে আট বছরের একটি ক্লাসের পাওয়া উচিত গল্প, ভূমিকাভিনয়, দড়ি ও মানচিত্র, আর ক্লাস ছাড়ার সময় তারা যেন বলতে পারে "বিমান একটা তরঙ্গে বার্তা পাঠায়, একটা অ্যান্টেনা তা ধরে, আর তা থেকে মানচিত্র হয়"। নয় থেকে এগারো বছরের একটি ক্লাস নিতে পারে সংখ্যাগুলো (প্রতি সেকেন্ডে দুবার, সেকেন্ডে 300 000 কিলোমিটার, 27 সেন্টিমিটারের তরঙ্গ, 400 কিলোমিটারের দিগন্ত), বার্তাটি হ্যাঁ-না উত্তর দিয়ে তৈরি এই ধারণা, আর দিগন্ত নিয়ে যুক্তি, আর ক্লাস ছাড়ার সময় তারা যেন ব্যাখ্যা করতে পারে প্রতিটি ধাপ কেন জরুরি।

পাঠ 1

ব্যস্ত আকাশ আর কথা-বলা বিমান

আপনার যে বিজ্ঞান জানা দরকার

ক্লুজ উচ্চতায় একটি যাত্রীবাহী বিমান প্রায় দশ কিলোমিটার উপরে আর চলে মোটামুটি 900 km/h গতিতে, অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে 250 মিটার। ওই উচ্চতায় একে দেখা কঠিন আর আন্দাজ করা অসম্ভব: যে শিশু একটি ঝিলিক বা বাষ্পের রেখা দেখে, তার জানার কোনো উপায় নেই সেটি কত দূরে, কত উঁচুতে, বা কোথায় যাচ্ছে, আর অন্য একটি বিমানের দিকে তাকানো পাইলটেরও নেই। বেলজিয়ামের একটি শহরের উপরে প্রায় সবসময় একসঙ্গে কয়েকটি বিমান আকাশে থাকে, বেশিরভাগই অন্য দেশগুলোর মাঝে যাওয়ার পথে উঁচু দিয়ে পার হচ্ছে। তাদের দূরে রাখতে এয়ার ট্রাফিক কন্ট্রোলের দরকার প্রতিটি বিমানের অবস্থান, উচ্চতা ও দিক, অবিরাম। দূরত্বের নিয়ম সরল: কন্ট্রোলাররা যে আকাশসীমা সামলান, সেখানে বিমানগুলোকে উল্লম্বভাবে অন্তত 300 মিটার বা অনুভূমিকভাবে কয়েক কিলোমিটার দূরে থাকতে হয়।

গত শতকের বেশিরভাগ সময় বিমান কোথায় তা জানার উপায় ছিল রাডার: একটি বড় ঘূর্ণায়মান অ্যান্টেনা, যা বেতারের একটি পালস পাঠায় আর ক্ষীণ প্রতিধ্বনির জন্য কান পাতে। রাডার এখনো আছে, কিন্তু এই কোর্স যে ব্যবস্থা নিয়ে তা সমস্যাটিকে উল্টে দেয়। প্রতিটি আধুনিক বিমান একটি উপগ্রহ নেভিগেশন রিসিভার বহন করে, গাড়ি বা ফোনের মানচিত্রের মতো একই প্রযুক্তি, তাই সে সবসময় নিজের অবস্থান কয়েক মিটারের মধ্যে জানে। সে ট্রান্সপন্ডার (transponder) নামের একটি ছোট রেডিও বহন করে। ADS-B কেবল এ দুটিকে জোড়ে: প্রতি সেকেন্ডে প্রায় দুবার ট্রান্সপন্ডার একটি ছোট বার্তা পাঠায়, যাতে থাকে বিমানের পরিচয়, উপগ্রহ থেকে পাওয়া তার অবস্থান, তার উচ্চতা, আর তার গতি ও দিক। বার্তাটি যায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে, কেউ চায়নি আর বিশেষ কোনো প্রাপকও নেই: এটি একটি সম্প্রচার, রেডিও স্টেশনের মতো, আর ঠিক রিসিভার থাকলে যে কেউ তা শুনতে পারে। অক্ষরগুলোর মানে এটাই: Automatic (কেউ চালু করে না), Dependent (সঠিক হতে এটি বিমানের নিজের যন্ত্রের উপর নির্ভর করে), Surveillance (এর উদ্দেশ্য বিমান কোথায় তা জানা), Broadcast (সবার কাছে পাঠানো)।

বার্তাটি নিজে ডিজিটাল। একটি ট্রান্সপন্ডার সরাসরি অক্ষর বা সংখ্যা পাঠাতে পারে না; সে কেবল একটি পালস বা কোনো পালস না পাঠাতে পারে, তাই বার্তাটি 112টি হ্যাঁ-না উত্তরের একটি সারি, প্রতিটি এক সেকেন্ডের মিলিয়ন ভাগের এক ভাগ স্থায়ী, যার মানে সবাই আগে থেকে ঠিক করে রেখেছে। এর প্রথম দল, 24টি উত্তর লম্বা, বিমানের স্থায়ী পরিচয় কোড, যা নিবন্ধনের সময় তাকে দেওয়া হয়, কিছুটা একটি নম্বর প্লেটের মতো যা কখনো বদলায় না। বাকিটা বহন করে অবস্থান, উচ্চতা, গতি, বা ফ্লাইটের কল সাইন, বার্তার ধরন অনুযায়ী। শেষ 24টি উত্তর একটি পরীক্ষা: শ্রোতা বার্তার উপর একটি নির্দিষ্ট অঙ্ক কষে ফলটি পরীক্ষার সঙ্গে মেলায়, আর না মিললে পথে কিছু বিকৃত হয়েছে, আর বার্তাটি ফেলে দেওয়া হয়। এটি

গুরুত্বপূর্ণ, কারণ একটি ব্যস্ত বিমানবন্দরের উপরে একসঙ্গে অনেক বিমান কথা বলে আর তাদের বার্তা মাঝে মাঝে একে অপরের উপর পড়ে। বার্তার উচ্চতা উপগ্রহ দিয়ে মাপা নয়, বরং বিমানের বাইরের বায়ুচাপ থেকে, যা উপরে উঠলে ক্রমাগত কমে; একই কারণে লিফটে বা পাহাড়ি সুড়ঙ্গে আপনার কান ভাঁ ভাঁ করে, আর বড় শিশুরা এই সংযোগটি উপভোগ করে।

কীভাবে শেখাবেন

ব্যবস্থা দিয়ে নয়, আকাশ দিয়ে শুরু করুন। জিজ্ঞেস করুন এই সপ্তাহে কে বিমান দেখেছে, কোথায়, তারা কত উঁচুতে ভাবে, আর কোনো রাস্তা ছাড়া একজন পাইলট কী করে জানতে পারে সে কোথায়। অনুমানগুলো চলতে দিন; "পাইলট জানালা দিয়ে দেখে" আর "একটা মানচিত্র আছে" দুটিই আসবে, আর দুটিই অর্ধেক ঠিক। তারপর প্রজেক্টরে লাইভ মানচিত্র দিন, শহরে জুম করে, আর একসঙ্গে বিমান গুনুন। ক্লাস যা আশা করেছিল আর মানচিত্র যা দেখায় তার মধ্যের ফাঁকটিই পুরো কোর্সের বড়শি, আর এতে একটু থামা উচিত: ওই প্রতিটি চিহ্ন একটি বিমান যা এই মুহূর্তে কথা বলছে।

এবার কেন্দ্রীয় গল্পটি এক নিঃশ্বাসে বলুন, কারণ শিশুরা সংজ্ঞার চেয়ে গল্প ভালো মনে রাখে: বিমান সবসময় জানে সে কোথায়, কারণ সে তার অনেক উপরের উপগ্রহগুলো শোনে; আর প্রতি সেকেন্ডে দুবার সে বিশেষ কারও উদ্দেশ্যে নয়, চেষ্টা করে বলে, "আমি এই, আমি এখানে, এত উঁচুতে, এত জোরে"। কেউ তাকে জিজ্ঞেস করেনি। সে কখনো থামে না। আর ঠিক রকমের কান থাকা যে কেউ তা শুনতে পারে। ছয় থেকে আট বছরের শিশুদের জন্য ওই বাক্যটি, বারবার বলা ও তারপর অভিনয় করা, সেটিই পাঠ। নয় থেকে এগারো বছরের শিশুদের জন্য এক ধাপ এগিয়ে ব্যাখ্যা করুন যে চিংকারটি হ্যাঁ-না উত্তর দিয়ে তৈরি, এর 24টি বিমানের নাম বানায়, আর তাদের (সাহায্য নিয়ে) বের করতে দিন যে 24টি হ্যাঁ-না উত্তর প্রায় 17 মিলিয়ন আলাদা নাম দেয়, এ পর্যন্ত তৈরি প্রতিটি বিমানের জন্য যথেষ্ট বেশি। যে কথাটি বসাতে হবে তা হলো বিমানকে "দেখা হয়" না: সে বলে। দুভাবেই বলুন, "কেউ বিমানকে খোঁজে না, বিমান নিজেকে ঘোষণা করে", কারণ উল্টো ধারণাটি গভীরে গাঁথা আর পাঠ 4-এ আবার মাথা তুলবে।

প্রদর্শনীটি হলো কন্ট্রোল টাওয়ার খেলা, আর এটিই কোর্সের সবচেয়ে মূল্যবান আধা ঘণ্টা। মেঝেতে টেপ দিয়ে একটি জাল আঁকুন, পাঁচ বর্গ বাই পাঁচ, এক পাশে অক্ষর আর অন্য পাশে সংখ্যা। ক্লাসের অর্ধেক বিমান; প্রত্যেকের হাতে একটি কার্ড, যাতে একটি কল সাইন, একটি উচ্চতা ও একটি গতি। তারা ধীরে জালের উপর দিয়ে হাঁটে, আর কয়েক পা পরপর প্রত্যেকে জোরে নিজের বার্তা ঘোষণা করে: "DTA12, বর্গ C3, দশ হাজার মিটার, দ্রুত"। অন্য অর্ধেক কন্ট্রোল টাওয়ার, প্রত্যেকের হাতে জালের একটি কাগজের কপি, আর তাদের প্রতিটি বিমানকে সে যেখানে বলছে সেখানে আঁকতে হবে। তারপর পালটান। তারপর, আর এই অংশটিই শেখায়, আবার চালান, বিমানগুলোকে মিনিটে মাত্র একবার কথা বলার অনুমতি দিয়ে। টাওয়ারের আঁকা ভেঙে পড়ে; কেউ জানার আগেই বিমানগুলো বর্গ বদলে ফেলেছে। ক্লাসকে জিজ্ঞেস করুন আসল বিমান কেন প্রতি সেকেন্ডে দুবার কথা বলে, আর তারাই আপনাকে বলবে।

বড় দলের সঙ্গে দ্বিতীয় একটি রূপ যোগ করুন: দুটি বিমান ঠিক একই মুহূর্তে ঘোষণা করে, আর টাওয়ারকে যা শুনেছে তা লিখতে হয়। সে একটি জগাখিচুড়ি শুনবে। ব্যাখ্যা করুন যে এ কারণেই আসল বার্তার শেষে একটি পরীক্ষা থাকে: জগাখিচুড়ি বার্তা পরীক্ষায় ব্যর্থ হয় ও বাদ পড়ে, আর বিমান এমনতেই আধা সেকেন্ড পরে আবার বলে। যে শিশুরা টাওয়ার হয়েছে, তারা সঙ্গে সঙ্গে বোঝে কেন পুনরাবৃত্তি ও পরীক্ষা দুটিই দরকার।

শিশুরা কী ভুল বোঝে, আর কী বলবেন

সবচেয়ে সাধারণ ভুল ধারণা হলো উপগ্রহ নিচে তাকিয়ে বিমান দেখে, বা রাডার তাদের খুঁজে পায়। সঠিক ছবিটি হলো বিমান নিজেকে খুঁজতে উপগ্রহ শোনে, তারপর কথা বলে। বলার একটি কাজের উপায়: উপগ্রহ হলো গির্জার ঘণ্টার মতো যা ঘণ্টায় ঘণ্টায় বাজে; সে সবাইকে সময় বলে, কিন্তু কে শুনছে তার কোনো ধারণা তার নেই। দ্বিতীয় ভুল ধারণা হলো পাইলট বার্তা

পাঠান। কেউ পাঠায় না; বিমান চলতে শুরু করার মুহূর্ত থেকে ট্রান্সপন্ডার নিজে নিজে পাঠায়। তৃতীয়টি হলো বার্তা যায় "বিমানবন্দরে"। এটি যায় সবার কাছে: অন্য বিমানও শোনে আর একে অপরের থেকে দূরে থাকতে তা ব্যবহার করে, আর যেকোনো ছাদের যেকোনো অ্যান্টেনাও, যেখানে পাঠ 4 শেষ হবে।

পাঠ 2

অদৃশ্য আলো: বার্তা কীসে চড়ে যায়

আপনার যে বিজ্ঞান জানা দরকার

বার্তাটি বিমান ছেড়ে যায় একটি বেতার তরঙ্গ (radio wave) হিসেবে, আর এই পাঠে যে একটি ধারণা প্রতিষ্ঠা করতেই হবে, কারণ মাধ্যমিক স্তরের পুরো পদার্থবিজ্ঞান এর উপর গড়ে ওঠে, তা হলো একটি বেতার তরঙ্গ ও একটি আলোকরশ্মি একই ধরনের জিনিস। দুটিই তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ (electromagnetic wave): বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক বলের ঢেউ, যা মহাশূন্যের মধ্য দিয়ে চলে, বহন করার জন্য কোনো বাতাস বা মাধ্যম লাগে না, আলোর গতিতে, যা প্রায় ঠিক প্রতি সেকেন্ডে 300 000 কিলোমিটার। এমন একটি ঢেউকে লাল আলো, আরেকটিকে নীল, আরেকটিকে বেতার তরঙ্গ যা বানায় তা কেবল এটি কত দ্রুত দোলে, তার কম্পাঙ্ক (frequency)। আমাদের চোখ কম্পাঙ্কের একটি সরু ব্যান্ডে সাড়া দেয়, যা আমরা লাল থেকে বেগুনি রং হিসেবে অনুভব করি। বেতার অনেক ধীরে দোলে, তাই চোখ তা দেখতে পায় না, ঠিক যেমন কান কুকুরের বাঁশি শুনতে পায় না। বিমানের বার্তা পাঠানো হয় প্রতি সেকেন্ডে 1 090 মিলিয়ন দোলনের কম্পাঙ্কে, যা মানুষের মাপে খুব দ্রুত আর আলোর মাপে খুব ধীর: সবুজ আলো প্রায় আধা মিলিয়ন গুণ দ্রুত দোলে।

প্রতিটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ যেহেতু একই গতিতে চলে, কম্পাঙ্কই ঠিক করে দেয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য (wavelength), এক চূড়া থেকে পরের চূড়ার দূরত্ব: এক সেকেন্ডে তরঙ্গ 300 000 km যায় আর f-টি দোলন সম্পূর্ণ করে, তাই প্রতিটি দোলন দখল করে 300 000 km ভাগ f। বিমানের তরঙ্গের জন্য তা দাঁড়ায় 27.5 সেন্টিমিটার, মোটামুটি একটি স্কুল রুলারের দৈর্ঘ্য। সবুজ আলোর জন্য প্রায় এক মিলিমিটারের দুই হাজার ভাগের এক ভাগ। একটি FM রেডিও স্টেশনের জন্য তিন মিটার। ওই সংখ্যাটি, 27.5 cm, ক্লাস পাঠ 3-এ আবার দেখবে, কারণ এটিই অ্যান্টেনার আকার ঠিক করে।

যে বিভ্রান্তি আপনাকে ঠেকাতেই হবে তা বেতার ও শব্দের মধ্যে, আর এটি এত সাধারণ কেন তা বোঝা উচিত। দৈনন্দিন কথায় "রেডিও" হলো একটি বাক্স যা শব্দ করে, তাই শিশুরা (আর অনেক বড়রা) ধরে নেয় রেডিও তরঙ্গ এক ধরনের শব্দ যা বাতাসের মধ্য দিয়ে চলে। এদের মধ্যে কোনো সম্পর্কই নেই। শব্দ হলো একটি চাপ-তরঙ্গ: বাতাসের অণু প্রতিবেশীকে ধাক্কা দেয়, সে তার প্রতিবেশীকে। এর চলার জন্য একটি মাধ্যম লাগে, এটি প্রতি সেকেন্ডে প্রায় 340 মিটার চলে, আর শূন্যস্থানে কোনো শব্দ নেই। বেতারের কিছুই লাগে না আর এটি উপগ্রহ ও বিমানের মধ্যের শূন্য মহাকাশ পার হয়; এটি শব্দের চেয়ে প্রায় এক মিলিয়ন গুণ দ্রুত চলে। 20 km দূরের একটি বিমান যদি একই মুহূর্তে একটি শব্দ করে ও একটি বার্তা পাঠায়, বার্তাটি আপনার কাছে পৌঁছায় এক সেকেন্ডের প্রায় 67 মিলিয়ন ভাগের এক ভাগে আর শব্দটি প্রায় এক মিনিট পরে। শিশুরা এই দেরি চেনে বাজ থেকে আর দূরে একটি ফুটবলে লাথি মারা দেখে, আর সেই জ্ঞানই আপনার সেরা মিত্র।

কীভাবে শেখাবেন

তারা যা জানে তা থেকে শুরু করুন: এমন জিনিস যা আছে কিন্তু আমরা দেখতে বা শুনতে পাই না। কুকুরের বাঁশি, একটি ফুলের মৌমাছির দেখা, রিমোট কন্ট্রোল যা টেলিভিশনে "কিছু একটা পাঠায়", ভবনের Wi-Fi। তারপর দাবিটি সরাসরি করুন: বিমানের বার্তা এমন এক ধরনের আলোয় চড়ে যায় যা আমাদের চোখ দেখতে পায় না, আর একটি টর্চ ও বিমানের রেডিও হলো তুতো ভাই। একটি টর্চ জ্বালান আর জিজ্ঞেস করুন এর আলো কোথায়: ঘরের সব জায়গায়, একসঙ্গে, এমন কোনো

দেখি ছাড়া যা কেউ লক্ষ করতে পারে। তারপর ছোট দলের জন্য মূল বাক্যটি: রেডিও এমন একটা রং যা আমাদের চোখ দেখতে পায় না, আর এটা এই মুহুর্তে এই ঘরের মধ্য দিয়ে যাচ্ছে, 400 কিলোমিটারের মধ্যের প্রতিটা বিমান থেকে, আর আমরা কিছুই টের পাচ্ছি না। অনেক শিশু এতে একটু রোমাঞ্চ পায়, আর এটি সত্য।

দড়ির প্রদর্শনী তরঙ্গের ধারণাকে একটি শরীর দেয়। জোড়ায়, একটি শিশু একটি দড়ি স্থির ধরে আর অন্যজন মুক্ত প্রান্ত ঝাঁকায়। ধীর ঝাঁকুনিতে দড়ি বরাবর কয়েকটি লম্বা, আলসে তরঙ্গ হয়; দ্রুত ঝাঁকুনিতে অনেকগুলো ছোট তরঙ্গ। প্রতিটি ক্ষেত্রে তাদের একটি মিটার রুলার দিয়ে চূড়া থেকে চূড়ার দূরত্ব মাপতে দিন আর নিয়মটি লক্ষ করতে দিন: যত দ্রুত ঝাঁকানো, তরঙ্গ তত ছোট। এটি কোনো আলগা উপমা নয়, বরং আসল সম্পর্ক, কারণ দড়ি বরাবর তরঙ্গের গতি দড়িই ঠিক করে দেয়, তাই কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য ঠিক আলোর মতোই একে অপরের বিনিময়ে বদলায়। ক্লাসকে বলুন আলোর তুলনায় বিমানের তরঙ্গ লম্বা, আলসে ধরনের, আর চূড়া থেকে চূড়ায় এটি একটি রুলারের মতো লম্বা। রুলারটি দড়ির তরঙ্গের পাশে মেঝেতে রাখুন আর তাদের দেখতে দিন। বড় দলের সঙ্গে নিয়মটি লিখুন: গতি = কম্পাঙ্ক গুণ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, আর প্রতি সেকেন্ডে ঝাঁকুনি গুণে ও চূড়া থেকে চূড়া মেপে তাদের দড়িতে তা যাচাই করতে দিন। তারপর তাদের বিমানের সংখ্যাগুলো দিন আর দেখতে দিন যে প্রতি সেকেন্ডে 300 000 km ভাগ প্রতি সেকেন্ডে 1 090 মিলিয়ন হলো 27.5 cm; তারা একা ভাগটি করতে পারবে না, কিন্তু বোর্ডে তা অনুসরণ করতে পারে, আর তাতে সংখ্যাটি তাদের নিজের হয়ে যায়।

বেতারকে শব্দ থেকে আলাদা করতে দ্রুততম-বার্তাবাহক দৌড় চালান। শিশুদের একটি সারি হলের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে কানে কানে একটি শব্দ পাঠায়; সময় মাপুন। তারপর এক প্রান্ত থেকে একটি টর্চ ঝলকান আর দূরের প্রান্তকে হাত তুলতে বলুন; মাপার মতো কোনো দেরি নেই। আলোচনা করুন কেন: শব্দকে বাতাসের প্রতিটি টুকরো থেকে পরেরটিতে হাতবদল হতে হয়, কানে কানে কথার মতো শিশু থেকে শিশুতে, আর তাতে সময় লাগে; আলোর কাউকে হাতবদল করতে লাগে না। তারপর, আর এটিই স্পষ্ট হওয়ার মুহুর্ত, বলুন যে বিমানের বেতার বার্তা টর্চের মতো, কানে কানে কথার মতো নয়, আর আপনি যে বিমানের ইঞ্জিনের শব্দ শোনেন তা কানে কানে কথার মতো, বিমান চলে যাওয়ার অনেক পরে পৌঁছায়। বড় দলকে সংখ্যাগুলো দেওয়া যায়, প্রতি সেকেন্ডে 340 মিটার বনাম প্রতি সেকেন্ডে 300 000 কিলোমিটার, আর জিজ্ঞেস করা যায় আলো কত গুণ দ্রুত; উত্তরটি, প্রায় এক মিলিয়ন, তৃপ্তিদায়ক।

শিশুরা কী ভুল বোঝে, আর কী বলবেন

শব্দের বিভ্রান্তি উপরে সামলানো হয়েছে আর পাঠ 3 ও পাঠ 4-এ আবার বলতে হবে; আশা করুন "অ্যান্টেনা বিমানকে শোনে" পিছলে ফিরে যাবে "অ্যান্টেনা শব্দটা শোনে"-তে। দ্বিতীয় বিভ্রান্তি হলো বেতার তরঙ্গ গন্ধের মতো "বাতাসে" থাকে, ভেসে বেড়ায়; এগুলো বাতাস একেবারেই বহন করে না আর শূন্য মহাকাশের মধ্য দিয়ে ঠিক ততটাই ভালো চলত। তৃতীয়টি, বড় দল থেকে, ভাবা যে দ্রুত ঝাঁকালে তরঙ্গ দ্রুত চলে; তা নয়, তাতে তরঙ্গ ছোট হয়, আর একটি চূড়াকে চলতে দেখতে দিলে দড়ি তা দেখায়। শেষে, কোনো শিশু যদি জিজ্ঞেস করে বেতার আলো হলে আমরা তা দেখতে পাই না কেন, সং উত্তরটি হলো আমাদের চোখ তৈরি সেই রংগুলোর জন্য যা সূর্য সবচেয়ে বেশি দেয় আর যা বাতাসের মধ্য দিয়ে সবচেয়ে ভালো যায়; বেতার সবসময়ই ছিল, আর আমরা তা লক্ষ করলাম কেবল যখন তার জন্য ধাতুর চোখ বানালাম, যা পাঠ 3।

পাঠ 3

ধাতুর কান ও গোল পৃথিবী: বার্তা কীভাবে ধরা হয়, আর কত দূর থেকে

আপনার যে বিজ্ঞান জানা দরকার

একটি ধাতুর টুকরোর উপর দিয়ে যাওয়া বেতার তরঙ্গ ধাতুর ইলেকট্রনগুলোকে তার দোলনের তালে সামনে-পিছনে ঠেলে। সেই ক্ষুদ্র পরিবর্তী প্রবাহই "শোনা"; ধাতুর সঙ্গে যুক্ত একটি রিসিভার তা বিবর্ধিত করে আর তা থেকে পালসগুলো পড়ে নেয়। ঠেলাটি সবচেয়ে জোরালো হয় যখন ধাতুর টুকরোটির দৈর্ঘ্য তরঙ্গের জন্য ঠিক হয়: একটি সমতল ধাতব পৃষ্ঠের উপর

দাঁড়ানো তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ লম্বা একটি দণ্ড তরঙ্গে সাড়া দেয় ঠিক যেভাবে একটি দোলনা তার নিজের ছন্দে দেওয়া ঠেলায় সাড়া দেয়। বিমানের 27.5 cm তরঙ্গের জন্য এক-চতুর্থাংশ হলো 6.9 cm, আর এ কারণেই আসল ADS-B অ্যান্টেনা, বিমানে ও মাটিতে, মাত্র কয়েক সেন্টিমিটার উঁচু একটি ছোট দণ্ড। এটি একটি সুর-বাঁধা কান। একেবারে ভিন্ন দৈর্ঘ্যের একটি তারও কিছু ধরে, কিন্তু অনেক কম, আর ক্লাসকে সত্যি করেই বলা যায় যে তারা যে মডেলটি বানাতে তা আসল জিনিসের জন্য ঠিক আকারের।

কানটি কত দূর থেকে শুনতে পারে? দুটি জিনিস সীমা টানে। দূরত্বের সঙ্গে সংকেত দুর্বল হয়, কারণ বিমানের ট্রান্সমিটার তার শক্তি সব দিকে ছড়িয়ে দেয় আর একটি ছোট অ্যান্টেনায় পৌঁছানো ভগ্নাংশ দূরত্ব বাড়ার সঙ্গে সংকুচিত হয়: দ্বিগুণ দূরে, এক-চতুর্থাংশ। কিন্তু দুর্বলতা সমস্যা হওয়ার আগেই জ্যামিতি সমস্যা হয়। বেতার যেহেতু আলো, এটি সরলরেখায় চলে, আর পৃথিবী যেহেতু একটি বল, ছাদের একটি অ্যান্টেনা থেকে একটি সরলরেখা শিগগিরই মাটিতে ধাক্কা খায়। একটি বিমানকে কেবল ততক্ষণ শোনা যায়, যতক্ষণ তার ও অ্যান্টেনার মধ্যে একটি সোজা, বাধাহীন রেখা আছে। বিমান যত উঁচুতে, পৃথিবী পথ আটকানোর আগে সেই রেখা তত দূরে পৌঁছাতে পারে, আর অ্যান্টেনা যত উঁচুতে, আরও তত দূরে। অঙ্কটি (কিলোমিটারে দিগন্তের দূরত্ব প্রায় চার গুণ মিটারে উচ্চতার বর্গমূল) মাধ্যমিক কোর্সের জন্য; আপনার জন্য ফলটিই যথেষ্ট: দশ কিলোমিটার উপরের একটি বিমানকে একটি ছাদ থেকে 400 km-এরও বেশি দূর থেকে শোনা যায়, ব্রাসেলস থেকে প্যারিস গিয়ে ফিরে আসার চেয়েও বেশি, অথচ 50 km দূরে সবে উড়ছে এমন একটি বিমান পৃথিবীর বাঁকের আড়ালে পুরোপুরি লুকানো থাকতে পারে। এ কারণেই অ্যান্টেনা ছাদে, মান্ডুলে ও পাহাড়ে থাকে, আর এ কারণেই একই অ্যান্টেনা উঁচু বিমানকে বহু দূর থেকে শোনে আর নিচুগুলোকে কেবল কাছে এলে।

কীভাবে শেখাবেন

পাঠ 2 যে প্রশ্ন ঝুলিয়ে রেখেছিল তা দিয়ে শুরু করুন: বেতার যদি এমন আলো হয় যা আমরা দেখতে পাই না, তাহলে কে পায়? উত্তর হলো একটি ধাতুর কান, একটি অ্যান্টেনা, আর প্রথম কাজ হলো কয়েকটি খুঁজে বের করা। Wi-Fi বাক্সে দণ্ড আছে বা ভেতরে লুকানো; বাইরের গাড়ির ছাদে একটি পাখনা; প্রতিটি ফোনের কিনারা বরাবর একটি লুকানো; স্কুলের ছাদে হয়তো কয়েকটি। ক্লাসকে পাঠান, বা নিজে ছবি নিয়ে যান, আর একটি তালিকা করুন। জিজ্ঞেস করুন এগুলোর মধ্যে মিল কী: এগুলো ধাতুর, একটি নির্দিষ্ট আকৃতি ও আকারের, আর প্রায়ই উঁচুতে। এই দুটি পর্যবেক্ষণই পাঠ, আর আপনি প্রতিটি ব্যাখ্যা করার প্রতিশ্রুতি দিতে পারেন।

আকারের জন্য মডেল অ্যান্টেনা বানান। প্রতিটি শিশু 7 cm লম্বা ও প্রায় এক সেন্টিমিটার চওড়া একটি কার্ডের ফালি কাটে, অ্যালুমিনিয়াম ফয়েলে মোড়ে, আর ফয়েলে ঢাকা একটি বর্গাকার কার্ডের মাঝখানে খাড়া করে দাঁড় করায়। এটি কী তা নিয়ে সং থাকুন: এটি বিমানের তরঙ্গের জন্য ঠিক আকৃতি ও ঠিক আকারের, আর একটি আসল রিসিভার ঠিক এই আকৃতিই ব্যবহার করে, কিন্তু একা এটি কিছুই ডিকোড করতে পারে না, কারণ তরঙ্গ ধরা কেবল প্রথম ধাপ আর পালস পড়তে লাগে একটি রেডিও ও একটি কম্পিউটার (যা মাধ্যমিক কোর্স বানায়)। তারপর দোলনা দিয়ে আকারটি ব্যাখ্যা করুন: একটি দোলনা সবচেয়ে উঁচুতে ওঠে যখন তুমি তার নিজের আসা-যাওয়ার তালে ঠেলো, আর ধাতুর দণ্ডটি বৈদ্যুতিকভাবে সবচেয়ে ভালো "দোলে" যখন এটি তরঙ্গের এক-চতুর্থাংশ লম্বা। 7 cm দণ্ডের পাশে একটি 27.5 cm রুলার রাখুন আর দেখান দণ্ডটি তার এক-চতুর্থাংশ। বড় দল মেপে যাচাই করতে পারে। নিচের ফয়েলের বর্গটি সেই আয়না যা কানটিকে সম্পূর্ণ করে, আর তা বলে সেখানেই রেখে দেওয়া ঠিক আছে।

উচ্চতার জন্য বাইরে যান, আর প্রশ্নটি সঙ্গে নিন: অ্যান্টেনা উঁচুতে কেন? খেলার মাঠের এক প্রান্তে একটি শিশুকে উবু করে, তারপর দাঁড় করিয়ে, তারপর একটি বেঞ্চে তুলে দাঁড় করান, আর প্রতিবার জিজ্ঞেস করুন দূরের প্রান্তে সে কী দেখতে পায়; একটি নিচু দেয়াল বা পার্ক করা গাড়ির আড়ালে লুকানো কিছু সে উঠতে উঠতে দেখা দেয়। তারপর পৃথিবীতে লাফ দিন: মাটি নিজেই বাঁকা, একটি বিশাল বলের মাথার মতো, আর যথেষ্ট দূরের যেকোনো কিছু সেই বাঁকের আড়ালে লুকানো, যেমন

দিগন্ত পার হয়ে যাওয়া জাহাজের দেহ, যখন তার মাস্তুল এখনো দেখা যায়। ছাদের একটি অ্যান্টেনা বেধে দাঁড়িয়ে আছে। উঁচুতে একটি বিমান খুব লম্বা মাস্তুলের একটি জাহাজ। বোর্ডে আঁকুন একটি বৃত্ত, তার উপর একটি কাঠি, আর বৃত্তকে ছুঁয়ে যাওয়া একটি সরলরেখা: রেখার উপরের সবকিছু শোনা যায়, নিচের সবকিছু পৃথিবীর আড়ালে। নয় থেকে এগারো বছরের শিশুদের তখন আসল সংখ্যাগুলো দেওয়া যায় আর তাদের জানা দূরত্বের সঙ্গে তুলনা করতে বলা যায়: 400 km ব্রাসেলস থেকে প্যারিস গিয়ে ফিরে আসার চেয়ে বেশি; 50 km প্রদেশের প্রস্থের কাছাকাছি।

সময় থাকলে, দূরত্বের সঙ্গে দুর্বল হওয়ার একটি ছোট প্রদর্শনী তার জায়গা অর্জন করে: একটি অঙ্ককার হলের দূর প্রান্তের একটি টর্চ একটি কাগজকে ক্ষীণভাবে আলোকিত করে; অর্ধেক দূরত্বে আনলে সে একই কাগজকে লক্ষণীয়ভাবে দ্বিগুণেরও বেশি উজ্জ্বল করে, কারণ রশ্মিটি ছোট একটি ক্ষেত্রফলে ছড়িয়েছে। বড় শিশুদের নিয়মটি বলা যায়, অর্ধেক দূরত্ব মানে চার গুণ উজ্জ্বলতা, আর সংযোগটি: বিমানের বেতার একইভাবে ছড়ায়, এ কারণেই দূরেরগুলোর জন্য একটি সংবেদনশীল রিসিভার লাগে।

শিশুরা কী ভুল বোঝে, আর কী বলবেন

শিশুরা প্রায়ই ভাবে বড় অ্যান্টেনা নিশ্চয়ই ভালো, যেমন বড় কান হতো। এই তরঙ্গের জন্য তা নয়: ঠিক আকারই যা গুরুত্বপূর্ণ, আর ঠিক আকার ছোট। তারা এটাও ভাবে অ্যান্টেনা উঁচুতে থাকে "বিমানের কাছাকাছি হতে"; উপরের দূরত্ব আড়াআড়ি দূরত্বের তুলনায় নগণ্য, আর আসল কারণ পৃথিবীর বাঁক, যা আরও আকর্ষণীয় একটি উত্তর। শেষে, শব্দের বিভ্রান্তি এখানে ফিরে আসে "অ্যান্টেনা বিমানের শব্দ শোনে" রূপে। প্রতিবার ধরুন: অ্যান্টেনা অদৃশ্য আলো ধরে, শব্দ নয়, আর একেবারে নিঃশব্দ একটি বিমান থেকেও সে ঠিক ততটাই ভালো তা ধরত।

পাঠ 4

মানচিত্র: অনেক কান কীভাবে একটি ছবি বানায়

আপনার যে বিজ্ঞান জানা দরকার

একটি একক অ্যান্টেনা, তার রিসিভারসহ, যে বার্তাগুলো শুনতে পায় তা ডিকোড করে আর তাই তার দিগন্তের মধ্যের প্রতিটি কথা-বলা বিমানের অবস্থান, উচ্চতা ও পরিচয় জানে, উঁচু ট্রাফিকের জন্য কয়েকশ কিলোমিটার চওড়া একটি মোটামুটি বৃত্ত আর নিচুর জন্য অনেক ছোট। পুরো একটি দেশ দেখতে এমন অনেক রিসিভার লাগে, এমনভাবে ছড়ানো যাতে তাদের বৃত্ত একে অপরের উপর পড়ে, আর প্রতিটি যা শোনে তা ইন্টারনেটে একটি কেন্দ্রীয় কম্পিউটারে পাঠায়। সেই কম্পিউটার দুটি কাজ করে। সে একত্র করে: একটি উঁচু বিমানকে সাধারণত একসঙ্গে দশ বা বিশটি রিসিভার শোনে, আর তাদের সবার কাছ থেকে আসা একই বার্তাকে একটি বিমান হিসেবে চিনতে হয়, বিশটি নয়। আর সে পরীক্ষা করে: একটি রিসিভার যদি এমন একটি অবস্থান জানায় যার সঙ্গে প্রতিবেশী প্রতিটি রিসিভার দ্বিমত, সেই রিপোর্ট সম্ভবত একটি ডিকোডিং ত্রুটি আর তাকে সরিয়ে রাখা হয়। ফল হলো লাইভ মানচিত্র, প্রতি সেকেন্ডে হালনাগাদ, পুরোপুরি গড়া বিমান যা বলেছে আর অ্যান্টেনা যা শুনেছে তা থেকে। এয়ার ট্রাফিক কন্ট্রোলাররা একই রকম ছবি দেখেন, স্বাধীন দ্বিতীয় মত হিসেবে রাডার যোগ করে, কারণ যে ব্যবস্থা বিমানের সত্য বলার উপর নির্ভর করে তার একটি দরকার।

মানচিত্র কেবল যে বিমানগুলো কথা বলছে সেগুলো দেখায়। প্রায় সব যাত্রীবাহী বিমান বলে; অনেক ছোট ব্যক্তিগত বিমান, গ্লাইডার ও বেলুনের বলার বাধ্যবাধকতা নেই, আর সামরিক বিমান প্রায়ই না বলা বেছে নেয়। তাই মানচিত্রটি সং কিন্তু সম্পূর্ণ নয়, যা যেকোনো মানচিত্র সম্পর্কে একটি শিশুর শেখার মতো একটি মূল্যবান জিনিস, আর কোর্সটি পূর্ণচ্ছেদের বদলে একটি প্রশ্নে শেষ করার একটি স্বাভাবিক উপায়।

কীভাবে শেখাবেন

পাঠ 1-এর মেঝের জালে ফিরে যান, কিন্তু এবার টাওয়াররা সবকিছু শুনতে পায় না। ঘরের কোণে তিন বা চারটি "অ্যান্টেনা" (কাগজের জালসহ শিশু) বসান আর প্রত্যেককে বলুন তারা কেবল জালের নিজের অর্ধ বা চতুর্থাংশের বিমান শুনতে পায়; বিমানগুলো আগের মতো ঘোষণা করে। তারপর অ্যান্টেনাদের তাদের কাগজ একসঙ্গে এনে পাশাপাশি রাখতে বলুন। মিলিত ছবিতে প্রতিটি বিমান আছে; প্রতিটি একক কাগজে কেবল কয়েকটি। কিছু বিমান দুটি কাগজে দেখা যায়, আর ক্লাসকে একমত হতে হবে এগুলো একই বিমান, দুটি নয়। এটিই একত্র করার পুরো কাজ, দশ বছরের শিশুদের দিয়ে পাঁচ মিনিটে করা, আর এটি গঁথে দেয় যে মানচিত্র অনেক শ্রোতার একটি জিগস পাজল।

তারপর একে বাস্তব করুন। প্রজেক্টরে লাইভ মানচিত্র দিন, স্কুলে জুম করে, আর প্রতিটি দলকে দশ মিনিট অনুসরণ করার জন্য একটি বিমান দিন: তার কল সাইন, উচ্চতা, গতি, কোথা থেকে এসেছে আর কোথায় যাচ্ছে। তাদের এর জন্য একটি কার্ড পূরণ করতে দিন আর কার্ডটি অঞ্চলের একটি দেয়াল-মানচিত্রে সেই জায়গায় পিন করতে দিন যেখানে তারা শেষবার তাকে দেখেছিল। তারা যখন কাজ করছে, তারা যা দেখছে তাকে কোর্সের শৃঙ্খলের সঙ্গে বাক্যে বাক্যে জুড়ুন: ওই বিমান প্রতি সেকেন্ডে দুবার কথা বলছে; তার বার্তা অদৃশ্য আলোয় চড়ে যায়; 400 km-এর মধ্যে কারও ছাদের একটি অ্যান্টেনা তা ধরেছে; সেই অ্যান্টেনা বার্তাটি সেই কম্পিউটারে পাঠিয়েছে যা এই মানচিত্র আঁকে; আর এ কারণেই তুমি পর্দায় তার উচ্চতা পড়তে পারছ। ক্লাসকে শৃঙ্খলটি নিজের ভাষায় আপনাকে ফিরিয়ে বলতে বলুন; এটিই মূল্যায়ন, আর ক্লাসের বেশিরভাগ এতক্ষণে তা পারা উচিত।

দুটি প্রশ্ন দিয়ে শেষ করুন। একটি বিমান কথা বলা বন্ধ করলে কী হতো? সে মানচিত্র থেকে হারিয়ে যেত, যদিও কন্ট্রোলারদের কাছে তখনো রাডার থাকত। আর আকাশের সব বিমান কি মানচিত্রে আছে? না, আর কোনগুলো নেই, আর কেউ কেন দেখা দিতে চায় না, সেই আলোচনা এমন একটি ক্লাসকে ছেড়ে আসার একটি ভালো জায়গা যারা বুঝেছে যে একটি মানচিত্র পরিমাপ দিয়ে তৈরি আর তার শ্রোতারা যতটা, ততটাই সম্পূর্ণ।

শিশুরা কী ভুল বোঝে, আর কী বলবেন

"উপগ্রহরা মানচিত্র বানায়" ধারণাটি এখানে প্রবল জেদে ফিরে আসে, কারণ মানচিত্র একটি পর্দায় থাকে আর পর্দা আসে ইন্টারনেট থেকে আর ইন্টারনেট, শিশুদের মনে, আসে মহাকাশ থেকে। এটি আলতো করে খুলে দেখান: উপগ্রহ কেবল বিমানকে সময় বলে; বিমান বের করে সে কোথায়; বিমান তা বলে; ছাদের অ্যান্টেনা তা শোনে; কম্পিউটার তা আঁকে। প্রথমটি ছাড়া প্রতিটি ধাপ মাটিতে, আর উপগ্রহের বদলে অন্য যেকোনো কিছু যা বিমানকে নিজেকে খুঁজতে দেয়, থাকলেও মানচিত্র ঠিক ততটাই ভালো কাজ করত।

মূল্যায়ন: তারা কি গল্পটি বলতে পারে?

কোর্সের একটি শিক্ষণফল আছে চারটি কড়াসহ, আর মূল্যায়ন কেবল এটি যে একটি শিশু শৃঙ্খলটি ক্রম মেনে কারণসহ বলতে পারে কি না। প্রতিটি শিশুকে, বা প্রতিটি দলকে, ব্যাখ্যা করতে বলুন একটি বিমান কীভাবে মানচিত্রে ওঠে, আর চারটি কড়ার জন্য কান পাতুন: বিমান জানে সে কোথায় আর বারবার তা বলে, জিজ্ঞাসা ছাড়াই; বার্তাটি চলে একটি বেতার তরঙ্গ হিসেবে, যা এমন আলো যা আমাদের চোখ দেখতে পায় না আর শব্দের মতো মোটেই নয়; একটি অ্যান্টেনা, একটি সুর-বাঁধা ধাতুর কান, তা ধরে, কিন্তু কেবল পৃথিবীর বাঁকের উপরের বিমান থেকে; আর অনেক অ্যান্টেনা মিলে, যা শোনে তা ভাগ করে, মানচিত্র বানায়। ছয় থেকে আট বছরের একটি শিশু চারটি ধাপ ঠিক ক্রমে গল্পের মতো বলতে পারলে শিক্ষণফল পূরণ করেছে। নয় থেকে এগারো বছরের একটি শিশুর প্রতিটি ধাপে একটি কারণও দিতে পারা উচিত: কেন প্রতি সেকেন্ডে দুবার, কেন আলো আর শব্দ নয়, কেন 7 cm আর কেন উঁচুতে, কেন অনেক অ্যান্টেনা আর একটি নয়।

শিক্ষার্থীর পাতা শেষ হয় একটি ছোট কুইজ দিয়ে, যা ক্লাস ট্যাবলেটে বা হাত তুলে নিতে পারে; উত্তরগুলো, আপনি যে যুক্তি আশা করবেন তা-সহ, এই। একটি বিমান প্রতি সেকেন্ডে প্রায় দুবার তার বার্তা পাঠায়, কারণ এক মিনিটে সে 15 km সরে যেত আর মানচিত্র অকেজো হতো। বার্তায় যাত্রীদের নাম থাকে না, কেবল বিমানের পরিচয়, অবস্থান, উচ্চতা ও গতি। একটি বেতার তরঙ্গ এমন আলো যা আমাদের চোখ দেখতে পায় না, শব্দ নয়, কারণ এর বাতাস লাগে না আর এটি প্রায় এক মিলিয়ন গুণ দ্রুত চলে। একটি অ্যান্টেনা ছাদে বসানো হয় যাতে তার সোজা দৃষ্টিরেখা পৃথিবীর বাঁকের উপর দিয়ে আরও দূরে পৌঁছায়, বিমানের কাছাকাছি হতে নয়। আর মানচিত্রের অনেক অ্যান্টেনা লাগে কারণ প্রতিটি কেবল কয়েকশ কিলোমিটার চওড়া আকাশের একটি বৃত্ত শুনতে পারে।

যে স্কুল তার ছাদে একটি ছোট রিসিভার বসাতে চায়, যাতে তার নিজের আকাশের টুকরোটি লাইভ মানচিত্রে দেখা যায় আর পাঠ 4 ক্লাসের নিজের অ্যান্টেনা দিয়ে শেষ হয়, তার যা দরকার সবই ফিডার হোন পাতায় পাবে।

এরপর

স্কুলের ছাদে একটি রিসিভার

চারটি পাঠ স্বাভাবিকভাবেই শেষ হয় স্কুলের নিজের একটি রিসিভার দিয়ে। হাতে-কলমে কর্মশালা হলো সম্পূর্ণ নির্দেশিকা: যন্ত্রাংশ ও তার দাম (100 থেকে 150 ইউরো, বা আগে থেকে থাকা একটি Raspberry Pi), কোন অ্যান্টেনা বেছে নেবেন ও কোথায় তা বসাবেন, কম্পিউটারটি কীভাবে তৈরি করবেন ও Dataero ফিডার ইনস্টল করবেন, আর এক বছর ধরে একটি ক্লাস এটি দিয়ে যে পরিমাপগুলো করতে পারে। একটি স্কুল স্টেশন সর্বজনীন মানচিত্রে স্কুলের নামে ফুটে ওঠে, আর তার ড্যাশবোর্ড বছরের প্রতিটি দিন 'ওটা কোন বিমান?'-এর উত্তর দেয়।

হাতে-কলমে কর্মশালা খুলুন <https://radar.dataero.eu/bn/learning/workshop>