

MATHEMATIK MEISTERN, MEHRHEITEN- UND MINDERHEITEN SPRACHEN

von Franco Favilli*

EINLEITUNG

In Europa wurde wenig für das Unterrichten von Mathematik in multikulturellen Kontexten getan. Die verschiedenen Sprachen und Kulturen, die im Klassenzimmer präsent sein können, machen den Lehr/Lern-Prozess, speziell für SchülerInnen von Minderheiten, mit Migrationshintergrund oder Zigeunern, beschwerlicher als er bereits ist.

Eine Unterrichtseinheit wird unten beschrieben. Ihr Ziel ist es, LehrerInnen mit Werkzeugen auszustatten, um ihren SchülerInnen zu helfen, die Lernbarriere, die durch den Kontrast zwischen der Einfachheit der Sprache im Klassenzimmer und der Komplexität der Sprache der Mathematik repräsentiert wird. Tatsächlich müssen sich LehrerInnen ins Gedächtnis rufen, dass die Sprache, die im Klassenzimmer benutzt wird, eine weitere Komplexität für SchülerInnen aus Minderheiten mit abweichenden Muttersprachen darstellt.

Die Hauptzielgruppe sind MathematiklehrerInnen von Grundschulen und der Sekundarstufe I, in sozial-kulturell bunt gemischten Gebieten, wobei die sekundäre Zielgruppe infolgedessen aus SchülerInnen von kulturellen Minderheiten und/oder kulturell unterprivilegierten Gruppen besteht.

Die Bildungsziele

Die Bildungsziele der Unterrichtseinheit können grob in allgemeine und mathematische Ziele geteilt werden.

Unter den *allgemeinen Zielen* kann folgendes betrachtet werden:

- Bewusstsein über die positiven Werte von Kulturen, die von deiner eigenen verschieden sind;

* CAFRE – University of Pisa, Italy

- Schaffung von begünstigenden Konditionen für einen interkulturellen Dialog im Klassenzimmer und eine inklusive Lernumgebung durch die Verwendung von verschiedenen Sprachen und pädagogischen Hilfsmitteln;
- Entwicklung von Bewusstsein und kritischen Einstellungen gegenüber der Verwendung von Sprache und deren Interpretation;
- Bewusstsein über die Rolle einer speziellen und unmissverständlichen Sprache im Fachunterricht;
- Die Kompetenz, den Grund für die Entscheidungen während der Aktivität ausdrücken können;
- Anerkennung der Notwendigkeit, über Texte und die Rolle der Wörter zu reflektieren;
- Die Fähigkeiten von SchülerInnen, einen Text zu verstehen und zu bearbeiten, steigern;
- Tieferes Verständnis von ausländischen SchülerInnen für einen geschriebenen Text;
- Respekt der SchülerInnen für die verschiedenen Arbeitszeiten ihrer KlassenkameradInnen;
- Soziale Beziehungen in der Gruppenarbeit fördern;
- Entwicklung der Selbstständigkeit von SchülerInnen.

Unter den ***mathematischen Zielen*** kann folgendes betrachtet werden:

- Die Kapazität der SchülerInnen, zu verstehen und den mathematischen Diskurs durzudenken, steigern;
- Die Fähigkeit, mathematische Lehrbücher und Begriffe zu lesen und zu verstehen, steigern;
- Den Gebrauch der Mathematischen Sprache verbessern;
- Stärkung des Wissens von Mathematischen Begriffen;
- Entwicklung der Fähigkeit, eine angemessene Balance zwischen der alltäglichen und der mathematischen Sprache zu finden;
- Identifikation des Vorwissens und der Einstellung zu Mathematik von ausländischen SchülerInnen.

Die Unterrichtseinheit sollte LehrerInnen dazu bringen die ***potentiellen Bedürfnisse der SchülerInnen***, wie z.B. folgende, zu erkennen und diese zu reflektieren.

- Schwierigkeit die mathematische Sprache korrekt zu verwenden: Unsicherheiten, Zweifel und Fehler beim Verstehen des geschriebenen Textes drücken die Notwendigkeit aus, den Kommunikationsprozess während des Unterrichtens so auszurichten, das SchülerInnen geholfen werden kann sich selbst klar und akkurat auszudrücken;

- Der Bedarf, die sprachliche Komponente trotz des Zeitraubenden Effekts, angemessen zu verwenden, da ihr Gebrauch einen fundamentalen Schritt zur Konstruktion von Wissen repräsentiert;
- Der Bedarf, Aktivitäten wie diese zu entwickeln, da sie Informationen über das Wissen, das Level der Konzeptualisierung, die möglichen Lücken und Fehlvorstellungen der SchülerInnen liefern. Diese Information ist fundamental um fähig zu sein im Klassenzimmer mit angemessenen und gut geplanten Unterrichtsmethoden einzugreifen.

Aktivitäten

Die Unterrichtseinheit besteht aus fünf Hauptaktivitäten. Alle Aktivitäten sollten in Kleingruppen ausgeführt werden, wobei in jeder mindestens ein/eine SchülerIn mit Migrationshintergrund inkludiert sein sollte.

- **Analyse eines Lehrbuches** (*Lesen und Schreiben*)

Die SchülerInnen werden aufgefordert, ein Kapitel ihres Lehrbuches zu lesen, nach „schwierigen“ Wörtern und Verben der transportierenden Sprache zu suchen und von diesen eine Liste anzufertigen. Die Bedeutung dieser Wörter soll diskutiert und in die fremden Sprachen, die im Klassenzimmer gesprochen werden übersetzt werden. So soll ein *Mikrowörterbuch* hergestellt werden.

Die SchülerInnen werden dann aufgefordert nach Begriffen und Verben zu suchen, die für die mathematische Sprache relevant sind, eine Liste anzufertigen, mit den gleichen Wörtern in ihrer alltäglichen Sprache zu vergleichen, über die potentiellen verschiedenen Bedeutungen zu diskutieren, die Begriffe und Verben in die verschiedenen, im Klassenzimmer gesprochenen Sprachen zu übersetzen und so ein *mathematisches Glossar* und ein *mathematisches Wörterbuch* herzustellen.

Alle Gruppen werden aufgefordert, die analysierten Seiten des Lehrbuches in der transportierenden Sprache neu zu schreiben und SchülerInnen aus Minderheiten werden aufgefordert die wichtigsten Sätze in ihre Muttersprache zu übersetzen.

- **Analyse eines „Begriff-Problems“ aus einem nationalen standardisierten Einstufungstest** (*Lesen und Schreiben*)

Die Lehrperson wählt ein „Begriff-Problem“ aus einem nationalen standardisierten Test, das in der verwendeten Sprache bedeutend ist. SchülerInnen bekommen dann dieselbe Aufgabe wie in ihrer ersten Tätigkeit.

- **Alltägliche Sprache und mathematische Sprache**

SchülerInnen werden aufgefordert, potentielle Konflikte die aus den verschiedenen Bedeutungen von Begriffen und Verben, die in der alltäglichen und mathematischen Sprache vorkommen zu identifizieren und die zwei verschiedenen Bedeutungen in ihrer Muttersprache niederzuschreiben.

- **Schreiben eines „Begriff-Problems“**

Die SchülerInnen arbeiten immer noch in Gruppen und werden aufgefordert ein Begriff-Problem in der transportierenden Sprache aufzuschreiben. Die Probleme

werden der gesamten Klasse präsentiert, um eine Diskussion über die sprachliche Eindeutigkeit und die mathematische Notation führen zu können. Den SchülerInnen aus Minderheiten wird mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

▪ **„Schreiben eines Lehrbuches“**

Die SchülerInnen arbeiten immer noch in Gruppen und werden aufgefordert, eine „Seite eines Lehrbuches“ in der transportierenden Sprache zu einem mathematischen Thema, das von der Lehrperson gewählt wurde, zu schreiben. Die „Seiten“ werden der gesamten Klasse für eine Diskussion über ihre sprachliche Eindeutigkeit und die verwendete mathematische Notation präsentiert. Den SchülerInnen aus Minderheiten wird mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

Hauptausführung

von Francesca Colzi, Stefania Massai und Franco Favilli

Allgemeine Information

Schule: Istituto Comprensivo „Don Lorenzo Milani“ – Viareggio (Provinz von Lucca)

Schulstufe: Sekundarstufe I

Anzahl der LehrerInnen: 2

Anzahl der Klassen: 6 (Schuljahr 2013/2014: zwei zweite und drei dritte Klassen der Sekundarstufe I – Schuljahr 2014/2015: zwei zweite Klassen)

Alter der SchülerInnen: 11 bis 16.

Anzahl der SchülerInnen: 63

Herkunft der ausländischen SchülerInnen: Albanien, Georgien, Indien, Marokko, Rumänien, Russland.

Anzahl der LehrerInnen im Klassenzimmer, während der Ausführung: 1 oder 2 (der/die FachlehrerIn und der/die HilfslehrerIn für SchülerInnen mit besonderen Bedürfnissen).

Aufgaben für SchülerInnen:

Um ein kritisches Lesen des Textes zu fördern können LehrerInnen den SchülerInnen folgende Fragen stellen:

- *War es schwierig für dich die Bedeutung mancher Wörter zu verstehen?*
- *Waren die Wörter der allgemeinen oder diese der mathematischen Sprache schwieriger für dich?*
- *Hast du die generelle Aussage des Textes verstanden?*
- *Hast du im Text eine Verbindung zu deinen Erfahrungen gefunden?*
- *Hat der Text deine Gedanken auf etwas Sinnvolles gelenkt?*

- *Hat dir die Verwendung des Italienischen Wörterbuches geholfen?*
- *Hat dir die Verwendung des Übersetzers geholfen?*
- *Was sind die Vorteile / Nachteile der Verwendung eines Wörterbuches?*
- *Was sind die Vorteile / Nachteile der Verwendung einer Übersetzungssoftware?*
- *Hast du die Bedeutung der Wörter, die du mit der Übersetzungssoftware, in deiner Muttersprache, gesucht hast bereits gekannt?*
- *Erleichterte der Text, der von deinen SchulkameradInnen geschrieben wurde dein Verständnis?*
- *Wie hast du die Wörter ausgewählt, als du den Text neu geschrieben hast?*
- *War es schwierig den Text neu zu schreiben?*
- *Hast du Wörter oder Phrasen mit mehrdeutigen oder unklaren Bedeutungen gefunden?*
- *Hat die Verwendung von Bildern deine Arbeit erleichtert?*
- *War es schwieriger einen Text aus dem Lehrbuch neu zu schreiben oder das Problem zu lösen?*
- *Wie könnte der Text attraktiver und vertrauter gemacht werden?*
- *War es schwierig, den Überprüfungstest für deine SchulkameradInnen zu schreiben?*
- *Konntest du den Überprüfungstest, der von deinen SchulkameradInnen vorbereitet wurde, lösen?*

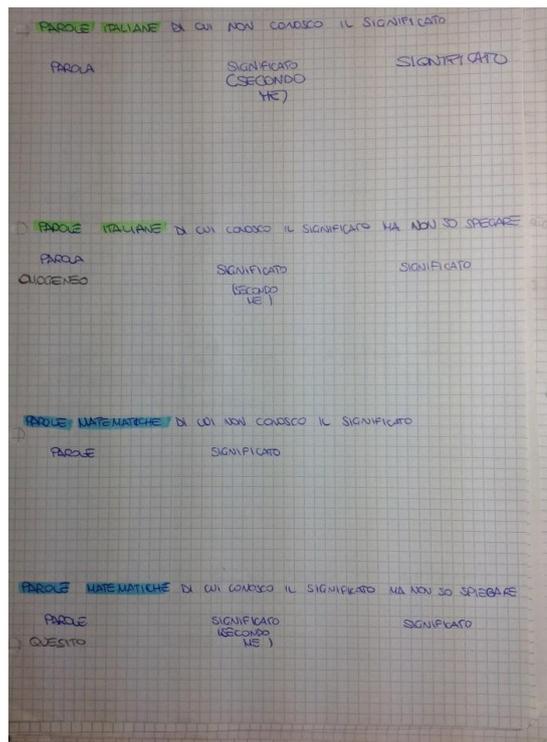
Die Ausführung

Aktivität 1 (Schuljahr 2013/2014 – 8. Schulstufe – 2 Stunden)

Das gewählte mathematische Thema – Wahrscheinlichkeit – wurde noch nicht vorgestellt. Die Aufgabe der SchülerInnen ist es, die Seiten über das Thema in ihrem Lehrbuch zu lesen und Wortlisten anzulegen:

- Sie kennen deren Bedeutung in der italienischen Sprache nicht;
- Sie kennen deren Bedeutung im mathematischen Kontext nicht;
- Sie kennen deren Bedeutung – aber nicht eindeutig – in der italienischen Sprache;
- Sie kennen deren Bedeutung – aber nicht eindeutig – in der mathematischen Sprache.

Nach dem Lesen suchen die SchülerInnen nach der Bedeutung der unklaren Worte in der italienischen Sprache.



Aktivität 2 (Schuljahr 2013/2014 – 7. Schulstufe – 3 Stunden: 2 Stunden in Kleingruppen; 1 Stunde im Klassenverband)

Eine „Expertengruppe“ von 5/6 SchülerInnen liest das Thema „Kreis“ in ihrem Lehrbuch.

Die Gruppe, der absichtlich keine ausländischen SchülerInnen zugehören, wird aufgefordert einen neuen Text über dasselbe Thema zu schreiben, sodass dieses allen ihren KlassenkameradInnen klar ist. Die Gruppe muss auch einen Test vorbereiten, um das Verständnis ihrer KlassenkameradInnen zu überprüfen.

Aktivität 3 (Schuljahr 2014/2015 – 7. Schulstufe – 2 Stunden)

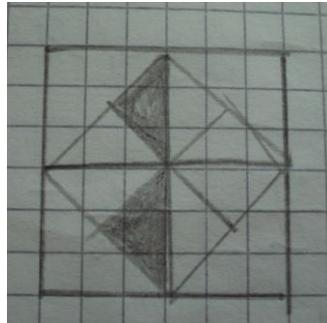
Die Aktivität beruht auf der Unterrichtseinheit „Geometrische Puzzles“ des LOSTT-IN-MATH Projektes (in dem SchülerInnen aufgefordert werden in Paaren zu arbeiten, wobei eine/einer die Anleitung für die Zeichnung einer von ihm/ihr ausgewählten geometrischen Figur gibt, die die zweite Person zeichnen soll, ohne dass der/die „SenderIn“ den Namen der Figur verrät).

Anders als in „geometrische Puzzles“,

- arbeiten die SchülerInnen nicht in Paaren, sondern ein/eine SchülerIn gibt dem Rest der Klasse die Zeichenanweisungen – Schritt für Schritt, Anweisung für Anweisung – für eine Figur, die nur er/sie weiß;
- werden die SchülerInnen aufgefordert zusammengesetzte geometrische Figuren zu zeichnen und ihnen wird erlaubt, den Namen der „teilweise“ geometrischen Figuren in die Anleitungen des/der „SenderIn“ zu inkludieren.

Am Ende der Anleitungen werden die entstandenen Figuren verglichen und die gegebenen Anleitungen werden analysiert und diskutiert, um die möglichen Gründe für die falschen Zeichnungen herauszufinden: mehrdeutige Anleitung, oder missverstehen der Bedeutung?

Unten ist die zu zeichnende geometrische Figur:



Folgend sind die Anweisungen, die vom/von der „SenderIn“ gegeben wurden:

- *Zeichne ein Quadrat!*
- *Halbiere das Quadrat durch eine vertikale Linie!*
- *Zeichne einen horizontalen Abschnitt, der bei der Hälfte der vertikalen Seiten beginnt und endet und durch die Mitte geht!*
- *Verbindet alle Punkte, die ihr so erhalten habt. So entsteht einen Rhombus!*
- *Bemalt das obere linke und das untere rechte Teilstück des Rhombus.*

Eine Aktivität, ähnlich zur vorhergehenden wurde in einer weiteren Klasse der siebten Schulstufe, derselben Schule entwickelt. In diesem Fall war es das erste Mal, dass die SchülerInnen mit so einer Aktivität konfrontiert wurden und die Lehrperson entschied sich dafür, eine elementare Figur: den Rhombus, zu beschreiben.

Die Aufgabe des/der „SenderIn“ ist es, nur „minimale Anweisungen“ (wie *zeichne ein Segment, markiere einen Punkt ...*), ohne weitere Erklärungen an die SchulkameradInnen zu geben.

Es folgen die Anleitungen, die vom/von der „SenderIn“ gegeben wurden.

- Es gibt eine Linie, ja, ... ein Abschnitt.
- Zeichne einen spitzen Winkel mit diesem Abschnitt ... nach oben.
- Zeichne danach einen weiteren Abschnitt, um einen stumpfen Winkel zu bekommen.
- Füge einen weiteren Abschnitt an, um einen spitzen Winkel zu erhalten.
- Dann füge einen weiteren Abschnitt mit einem stumpfen Winkel, der äquivalent zum ersten ist an.

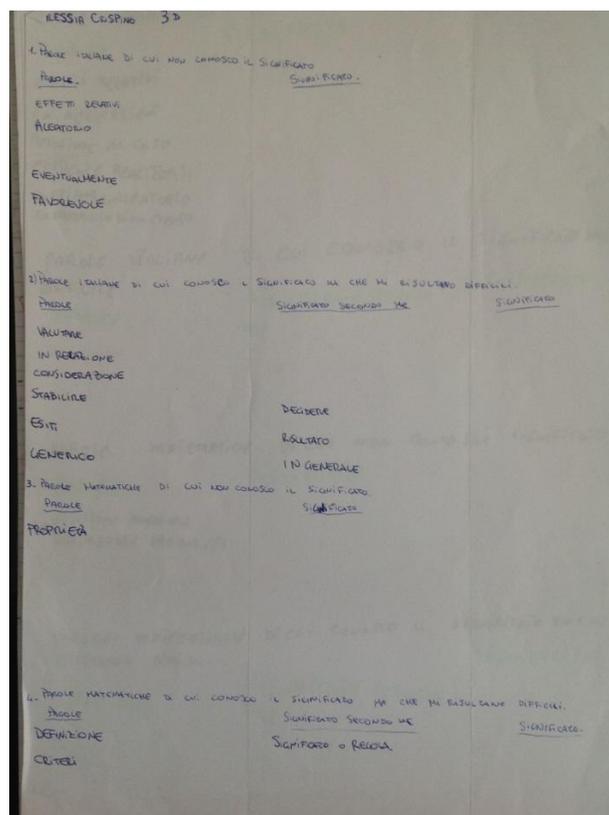
Während der verschiedenen Schritte, versuchen die KlassenkameradInnen den/die „SenderIn“ zu korrigieren, versuchen seine/ihre Anweisungen anzupassen und zu korrigieren.



A posteriori Analyse

Aktivität 1

Die Aufgabe ist allen SchülerInnen klar, aber manchmal kämpfen sie mit der Unterscheidung von italienischen Wörtern und mathematischen Ausdrücken. Tatsächlich untersucht niemand von ihnen den Text so, dass sie unbekannte Wörter, selbst die Vokabel-Begriffe, die die gesamte Bedeutung des Textes nicht beeinflussen können, in die Liste eintragen. Es kann sein, dass sie von der Aufgabe irreführt wurden, die es erfordert, den Text zu lesen und die unbekannt Wörter zu identifizieren.



Die Verfügbarkeit von italienischen Wörterbüchern erweist sich als nützlich, wenn es für wenige Wörter verwendet wird. Wenn die Anzahl der zu suchenden Wörter steigt, wird das Lesen des Textes viel schwieriger. Außerdem muss bemerkt werden, dass Wörterbücher (in Papierform oder im Netzwerk) meist auf erwachsene Benutzer abgestimmt sind und die lexikalische Beschreibung oft schwierig für junge Lernende ist, die deshalb die Vermittlung des/der LehrerIn benötigen.

Ein ähnliches Argument kann für die Verwendung eines Wörterbuches oder einer online Übersetzungssoftware, die brauchbar erscheint, wenn man ein einzelnes Wort sucht, aber nicht sehr effektiv für ganze Sätze ist, gemacht werden. Die Übersetzung in die Muttersprache der SchülerInnen ist sinnvoll, wenn Wörter aus der alltäglichen Sprache genommen werden, aber ist nicht immer dasselbe, wenn die Wörter aus der mathematischen Sprache stammen und ihre Bedeutung in der Muttersprache unbekannt ist.

Alles in allem erweist sich der vorgeschlagene Text über Wahrscheinlichkeit als nicht leicht verständlich und erlaubt es den SchülerInnen nicht stabile Konzepte zu bilden.

Aktivität 2

Beim Neuschreiben des Textes entfernen sich die SchülerInnen nur wenig vom originalen Text. Sie fassen diesen hauptsächlich zusammen. Am Ende der Aktivität merkte die „Expertengruppe“ an, dass die Aufgabe schwierig war, da in der kurzen Zeit, die zur Verfügung stand, ein beträchtlicher Teil dafür aufgewandt werden musste, den Text auszuformulieren, der ihnen zu Folge sehr durcheinander war.

Es wird bemerkt, dass beim Neuschreiben, ursprünglich die mathematischen Figuren für nicht wichtig befunden wurden und deshalb nicht aus dem Lehrbuch übertragen wurden, obwohl es sich um einen geometrischer Text handelte. Die SchülerInnen gaben die Figuren nur am Ende ihres geschriebenen Textes wieder und gaben Verbindungen zu diesen an, wie wenn Bilder im Text eingestreut, das Lesen des Textes erschweren würden.

Der neugeschriebene Text ist verständlich, aber in einigen Fällen ist eine mündliche Erklärung der „Expertengruppe“ nötig.

Die Gruppe hatte Schwierigkeiten bei der Vorbereitung des Überprüfungstests, da sie es schwierig fanden ihre KameradInnen einzustufen und den Test zu entwerfen. Eine der zwei Gruppen zog es vor den Überprüfungstest nicht zu schreiben, während die andere zunächst einige Probleme mit ihren KameradInnen hatten, die nicht akzeptierten von den Mitgliedern der „Expertengruppe“ überprüft zu werden.

Aktivität 3

Die Aktivität eruierte Hörfähigkeiten und Aufmerksamkeit der SchülerInnen, die zeichneten und jenen, die die Anweisungen gaben. Sie hob auch die Schwierigkeit der SchülerInnen hervor, die spezielle Fachsprache zu verwenden. Jedoch wurden keine speziellen Schwierigkeiten der ausländischen SchülerInnen (alles Immigranten zweiter Generation) beobachtet.

Der/die „SenderIn“ und der Rest der Klasse haben durch diese erste Erfahrung klar die Mehrdeutigkeit, die von inakkuraten Anweisungen stammen kann erkannt. Tatsächlich war es sehr schwierig für den/die „SenderIn“ eine logische Abfolge der Anweisungen für die Zeichnung der gewünschten Figur zu finden. Die Schwierigkeit, eine strengere und unmissverständliche Sprache, als die

Alltagssprache zu verwenden, erzeugte Verlangsamungen und fortwährende Berichtigungen.

Am Ende unterschieden sich die von den SchülerInnen produzierten Figuren sehr vom erwarteten Resultat. Dieser Fakt löste eine Diskussion im Plenum aus, die auf den folgenden Fragen basierte: „Wie erklärt ihr, dass nicht alle von euch dieselbe Figur gezeichnet haben?“, „Warum war die Figur, die der/die „SenderIn“ von euch gezeichnet haben wollte nur bei sehr wenigen richtig?“

Die SchülerInnen identifizierten den Grund der Fehlschläge bewusst bei beiden Seiten, in ihrer schwachen Sprachbewältigung und in der schwachen Reihung der Anleitungen des/der „SenderIn“, wie die Figur zu zeichnen sei.

Ausländische SchülerInnen hatten keine speziellen Schwierigkeiten während der Aktivitätsentwicklung, auch diese nicht, die zu Hause eine andere Sprache als italienisch sprechen, da alle eine Grundschule in Italien besucht hatten und sich deshalb auch dem Lernen der Mathematik in diesem Land, vom Beginn ihrer Schullaufbahn angenähert hatten.

Während der Aktivität war die Rolle der Lehrperson die eines/einer ModeratorIn, der/die seine/ihre Redezeit in der Diskussion beschränkt und die Konzepte innerhalb des Klassenzimmers so unabhängig wie möglich hervorruft.

Zweite Ausführung

von Marie-Hélène. Le Yaouanq** und Brigitte Marin**

KONTEXT DES TRAININGS

Was das Schreiben betrifft, ist eine der Zielvorgaben des französischen Lehrplans der Sekundarstufe I für Mathematik „SchülerInnen im Lesen und Verstehen von mathematischen Texten zu trainieren, aber auch Texte zu produzieren, die dann Thema eines Verbesserungsprozesses sind.“ Geometrie kann als vorteilhaftes Feld für verschiedene Level der Ausdrucksweise und des Verstehen von strukturierten Texten oder in Argumentation und Überprüfung gesehen werden. Die offiziellen Dokumente legen einen Schwerpunkt auf den Unterschied zwischen Zeit für Recherche und Schlussfolgerung, und Zeit für Organisation und Niederschreiben der Schlussfolgerung. Sie bestehen darauf, Schreibmodellen nicht zu früh strenge Rahmenbedingungen aufzuerlegen: „Die Freiheit des Schreibens ist eine der Hauptantriebskräfte um Schreiben zu lernen. Dies trifft auch auf das Beweisen zu.“ (Resource-kit „Raisonnement et démonstration pour le collège”¹) Was kompetenzorientierte Aufgaben für SchülerInnen betrifft, sind diese beiden Elemente klar zu separieren und den SchülerInnen Beispiele zur Diskussion zu geben. Jedes

** ESPE - Université UPEC, Créteil, France.

¹Titre du document officiel

media.education.gouv.fr/file/Programmes/17/7/doc_acc_clg_raisonnement&demonstration_109177.pdf

Jahr werden viele Stunden in der Bildung der SchülerInnen der Geometrie gewidmet. Diese ist ein wichtiger Teil des Lehrplanes der Sekundarstufe I und die Schwierigkeiten bei der Einführung von deduktiver Geometrie und Gedankenorganisation von SchülerInnen und LehrerInnen sind vielzählig. Die Übungen basieren auf verschiedenen theoretischen Rahmenbedingungen, wie den verschiedenen geometrischen Paradigmen (Houdement und Kuzniak), Änderungen in den Darstellungsregistern (Duval) und der Werkzeug-Objekt Dialektik (Douady).

ERSTELLUNG DER REIHENFOLGE

Der Lehrplan der Sekundarstufe I bietet sehr präzise Richtlinien:

- „Der Sprache und den verschiedenen Bedeutungen eines einzigen Wortes sollte Aufmerksamkeit geschenkt werden.“
- Ein „effizienter Weg um die SchülerInnen von der Notwendigkeit akkurater Sprache zu überzeugen, ist die Verschiebung von „tun“ zu „etwas machen lassen“. Jedoch darf diese Voraussetzung nicht tyrannisch auf sie wirken. Dies ist, wenn die SchülerInnen Anweisungen schreiben müssen, die von anderen durchzuführen sind (z.B. eine komplexe geometrische Form darstellen, damit sie repräsentiert werden kann), oder wenn sie einen Computer für ein bestimmtes Verfahren, dessen Notwendigkeit zur Exaktheit notwendig erscheint, benutzen sollen.

Eine erste Stunde wird verwendet, um die SchülerInnen auf die Polysemie von einigen mathematischen Begriffen aufmerksam zu machen.

Der Rest der Stunde wird mit „Telefontierten Figuren“ (der/die SenderIn diktiert Anleitungen an einen/eine EmpfängerIn, um diesen/diese eine bestimmte geometrische Figur zeichnen zu lassen) und der Benutzung einer geometrischen Software verbracht. Verschiedene Experimente zeigten, dass SchülerInnen effizient in *ihrer* Sprache kommunizieren konnten, indem Texte geschrieben wurden, die weder von einer mathematischen, noch von einer sprachlichen Sichtweise zufriedenstellend waren, aber den/die EmpfängerIn befähigten die erwartete Figur zu produzieren. Die Darstellung der erwarteten Figur bestätigt implizit den Text des/der SenderIn. Dies kann das Interesse dieser Arbeit als eine isolierte Arbeit, die nur auf Sprachgenauigkeit abzielt, in Frage stellen. Jedoch sind bei dieser Art von Aktivität viele Kompetenzen im Einsatz: analysieren einer Figur, unterscheiden der Darstellung von den charakteristischen Eigenschaften der Figur, die Fähigkeit die Register der Repräsentation zu ändern, und Dekonstruktion von Sprache in elementare Anweisung auf kohärente und methodische Art.

Es wird die Wahl getroffen eine Abfolge der „Telefontierten Figuren“ durchzuführen, aber den Fokus darauf zu legen, die SchülerInnen zu befähigen ihre Texte stufenweise zu verbessern. Drei Abfolgen wurden folgendermaßen festgelegt:

- eine Abfolge wurde der Produktion und Aufnahme der Telefontierten Figuren gewidmet. Die Konfrontation zwischen den erreichten und den ursprünglichen Figuren sollte zu einer Analyse der angefallenen Probleme führen, wie z.B. fehlende Information, oder Informationen in falscher Reihenfolge. Die

Abwesenheit von Sprachgenauigkeit wird wahrscheinlich kein systematisches Hindernis zum Erstellen einer Figur sein.

- eine Abfolge wurde entwickelt, um Figuren mittels Geometrischer Software zu produzieren. Der algorithmische Prozess braucht eine Liste von primären Instruktionen, die in einer vorhergegangenen Abfolge vorbereitet wurde. Es kann potentielle Fehler aufdecken, oder unausgesprochene Elemente im Text, die bei einer manuellen Ausführung der Figur nicht entdeckt worden wären. Die dynamische Charakteristik der Software macht ein hervorheben der Arbeit mit den Eigenschaften der Figur möglich und nicht nur das Zeichnen, da die Figur Veränderungen widerstehen muss.
- eine letzte Abfolge zielt auf die Verbesserung des zuerst produzierten Textes ab. Die Arbeit besteht aus einer vergleichenden Analyse von „Expertentexten“ aus Schulbüchern und den Texten der SchülerInnen. Dies sollte den SchülerInnen erlauben einige Verschiedenheiten zu identifizieren und danach ihre eigenen Texte neu zu schreiben.

Diese Abfolge wurde am Ende des Schuljahres mit einer Klasse der 7. Schulstufe durchgeführt. Viele fremde SchülerInnen, die erst vor kurzem in Frankreich angekommen waren, nahmen mit der Klasse an der Ausführung teil. Sie hatten außerdem eine extra Stunde spezielle Nachhilfe mit ihrem/ihrer MathematiklehrerIn.

DURCHFÜHRUNG DER ABFOLGE

Stunde 1: Polysemie von Wörtern

Die erste Arbeit bezieht sich auf den „Scheitelpunkt“. In der Theorie scheint dieser Begriff nicht schwierig. Es geht eher darum das Arbeitsthema der Stunde klar zu machen.

Danach wird der Begriff „Höhe“ in Frage gestellt. Die Vorstellungen von Messung oder Größe kommen im Alltag spontan vor. Die mathematische Definition ist nicht gemeistert und die Höhe wird mit der Halbierung oder dem Median verwechselt. Die SchülerInnen stimmen der Lehrperson zu, wenn diese fragt, ob eine Höhe in der Mathematik gemessen werden kann: es geht nicht, da es sich um eine gerade Linie handelt. Die Berechnungsformel für Dreiecke verpflichtet sie ihre Meinungen zu überdenken und die Polysemie des Wortes in der Mathematik selbst zu erkennen.

Die Stunde endet mit einem Spiel, das online zur Verfügung steht². Es verlangt eine Definition aus dem realen Leben mit einer mathematischen Definition zu verbinden, die beide dasselbe Wort Bezug nehmen.

Die SchülerInnenhalten ihre Gedanken eigenständig auf Papier fest, bevor eine kollektive Zusammenfassung gemacht werden soll: viele Vorschläge werden mündlich gemacht und verteidigt, bevor sie am Computer mit Video-Projektion überprüft werden.

² <http://matoumatheux.ac-rennes.fr/tous/vocabulaire/mots2.htm>, Letzter Zugriff 1.5.2015

Die fremden SchülerInnen wurden in den ersten Teil der Stunde integriert, aber der zweite Teil war zu intensiv für sie. Die Lehrperson wird in der speziellen Nachhilfestunde einige Begriffe wieder aufgreifen, um ein Glossar zu beginnen.

Stunde 2: «Telefonierte Figuren»

Die Anleitungen um die Arbeit an Telefonierten Figuren durchzuführen wurde mit den fremden SchülerInnen bereits im Voraus während der Nachhilfestunde geübt. Die vorgeschlagenen Figuren sind leicht und stehen im Bezug zum Lehrplan der 7. Schulstufe, wann das Parallelogramm, die charakteristischen Eigenschaften des Quadrates, des Rechtecks und des Rhombus gelehrt werden.

Die SchülerInnen arbeiten in Paaren und die Lehrperson trennt die Arbeit, indem er/sie vorwiegend das Quadrat als erste Figur angibt und der Rhombus nur an vier Paare gegeben wird. Zwei SchülerInnen, die erst sehr kurz in Frankreich leben, müssen ein Konstruktionsvideo mit Untertiteln versehen, indem sie Begriffe aus einer vorgegebenen Liste aussuchen.

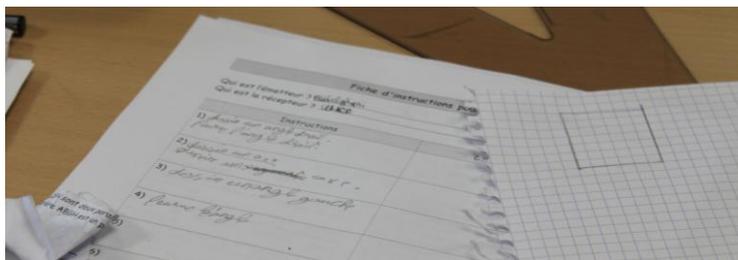
Jeder/jede SenderIn bekommt den Namen einer Figur und gibt Anweisungen an den/die EmpfängerIn, die diese niederschreibt, die Figur zeichnet und seine/ihre Zweifel äußert, oder den Teil der Information erwähnt, der zu fehlen scheint. Danach sehen sich die SchülerInnen die Figur an, die sie beschreiben sollten und die Figur die sie produziert haben. Wenn das Quadrat immer zu einem Quadrat führt oder ein Rechteck immer zu einem Rechteck, ohne die Längen anzugeben, so birgt der Rhombus eine Vielzahl an variierenden Figuren. Nur eine Gruppe schaffte es eine korrekte Anleitung für den Rhombus, startend mit dessen Diagonalen, zu geben. Alle Versuche der anderen Gruppen, die auf den Seiten beruhen, führten zu falschen Figuren und sogar zu unvorhergesehenen, wie Hexagon oder ein Dreieck das an einem Rechteck hängt.

In vielen Schriften stimmt das verwendete Vokabular nicht mit dem mathematischen Vokabular überein. Z.B. „zeichne eine Gerade“ ersetzt „zeichne eine Strecke“. Nur drei Gruppen verwendeten spontan Buchstaben um Punkte und Teilabschnitte zu benennen.

Viele SchülerInnen verlassen sich auf räumliche Bezugspunkte und Begriffe wie „horizontal“ und „vertikal“ werden oft benutzt um normale Geraden zu erhalten.

So führen die Instruktionen: „zeichne eine horizontale Gerade/zeichne eine vertikale Gerade/zeichne eine horizontale Gerade/schließe diese“ den/die EmpfängerIn dazu ein Quadrat zu produzieren! Der Fakt, dass dem/der SenderIn der Name der Figur genannt wurde, aber keine Zeichnung, musste ein wichtiges Anzeichen für den/die EmpfängerIn sein, der/die eine Figur produzierte, die er/sie kannte.

Dasselbe gilt für die Liste der Anleitungen, die von einem/einer fremden SchülerIn gegeben wurden: „zeichne einen rechten Winkel/zeichne eine Achse/zeichne einen *linken* Winkel/schließe den Winkel“, mit welchen dessen/deren NachbarIn ein Quadrat produzierte.



Man kann die Bedeutung des „linken Winkels“ in Frage stellen: hat die Polysemie des Begriffes „rechts“ ein Problem für den/die fremden SchülerIn dargestellt? Ist der linke Winkel ein rechter Winkel, der auf die linke Seite gezeichnet werden soll? Dennoch ist diesem/dieser SchülerIn bewusst, dass nicht jeder Winkel ein rechter Winkel ist.

Nachdem die Arbeit abgeschlossen ist, tauschen der/die SenderIn und der/die EmpfängerIn die Rollen und eine andere Figur wird vorgeschlagen, aber viele Paare haben nicht genug Zeit diese fertigzustellen.

Eine gemeinsame Zusammenfassung wird für den Rhombus anhand einer falschen Konstruktion von einer Gruppe diktiert und von der Lehrperson auf die Tafel gezeichnet. Das Wort «Höhe» wird nicht verwendet um die Konstruktion einer Höhe zu beschreiben und, als es von der Lehrperson vorgeschlagen wurde, nicht von der Gruppe übernommen. Die SchülerInnen, die einen Rhombus von dessen Diagonalen ausgehend konstruiert hatten, stellten ihre Konstruktion vor.

Stunde 3: Konstruktion mittels dynamischer Geometrie Software

Die SchülerInnen arbeiten paarweise mit der Software GeoGebra und müssen zuerst ein Quadrat, dann einen Rhombus und schließlich ein Parallelogramm konstruieren. Eine extra Figur wird für die schnellsten Gruppen bereitgestellt und zwei Gruppen können damit umgehen. Die SchülerInnen müssen die Funktionalität der benützten Software niederschreiben. Alle SchülerInnen zeichnen das Quadrat. Einige nutzen die „Zweiteilung“ oder „Spiegelsymmetrie“ Werkzeuge um den Rhombus schneller zu kreieren. Sie benutzen die Zusammenfassung der vorhergegangenen Stunde und zeichnen die Diagonalen zuerst. Die anderen brauchen viel Zeit um einen Rhombus zu erhalten, da einige Beschränkungen für das gleiche Objekt berücksichtigt werden mussten. Die meisten SchülerInnen gaben an, dass die letzte Stunde geholfen hat, um diese Arbeit auszuführen. Konträr dazu gaben einige fremde SchülerInnen, die Französisch als Arbeitssprache der Software behalten hatten an, dass es für sie leichter gewesen wäre mit der Software zu beginnen um die verwendeten Wörter zu identifizieren und danach die Anleitungen zu schreiben. Der visuelle Aspekt der Symbole, wie auch die Rückmeldungen der Software ermöglichen es den SchülerInnen autonom eine Figur zu produzieren und das zugehörige mathematische Vokabular zu lernen oder zu finden.

Stunde 4: Verbessern der Texte

Der/die FranzösischlehrerIn der Klasse unterrichtet diese Stunde kooperativ.

Nach dem Vergleichen der Texte mit einem „Expertentext“ suchen die SchülerInnen primär nach den Formen der Verben: Imperativ, Singular oder Plural, oder Infinitiv. Andere SchülerInnen konzentrieren sich auf die verwendeten Begriffe und die

die meisten SchülerInnen die Eigenschaften solcher mathematischer Texte nicht selbst entdecken, diese danach selbstständig wiederzuverwenden. Dies zeigt die Schwäche der meisten zuerst produzierten Texte, am Ende der 7. Schulstufe. Offensichtlich werden mehrere Stunden benötigt, um die Fähigkeiten einen mathematischen Text zu schreiben weiterzuentwickeln und zu stärken, sodass diese auf andere Produktionen, die sich vom Konstruktionsprogramm unterscheiden zu übertragen. Die Meisterung der Kommunikation in der Mathematik befasst sich mit mathematischem Wissen und die Arbeit des Schreibens und neu-Schreibens erlaubt es auch an diesem mathematischen Wissen zu arbeiten.

Literatur

- Duval R. (2000), *Écriture, raisonnement et découverte de la démonstration en mathématiques, Recherche en Didactique des Mathématiques*, vol. 20, n° 2.
- IREM de Strasbourg (2002), *Ressources pour le programme de sixième*, (brochure avec un CD contenant des activités directement utilisables pour les élèves).
- Pluvillage F. (2000), *Mathématiques et maîtrise de la langue, Repères IREM*, n° 39.
- Pudelko B. et Legros D. (2000), *J'écris donc j'apprends, Cahiers pédagogiques*, n° 388 – 389.

Dritte Ausführung

von Charoula Stathopoulou^{***}, Eleni Gana^{***} und Ioannis Fovos

Einleitung (allgemeine Information)

Der Unterrichtseingriff wurde in zwei verschiedenen Bildungskontexten mit entsprechenden SchülerInnengruppen realisiert. Die erste Gruppe bestand aus 20 SchülerInnen der ersten Klasse der 6. Schulstufe der Junior High School von Volos (Alter 12-13 Jahre), sieben davon waren Roma. Die zweite Gruppe bestand aus Häftlingen (Alter 17-21 Jahre), die die zweite und dritte Klasse einer Mittelschule innerhalb einer Haftanstalt besuchten. Die Mehrheit der SchülerInnen dieser Gruppe sind SchülerInnen von asiatischen, afrikanischen und europäischen Ländern, die wenige bis viele Jahre in Griechenland gelebt haben und sehr wenig bis ziemlich gut auf Griechisch kommunizieren können. Der Unterricht wurde vom Mathematiklehrer der Klasse, Herrn Ioannis Fovos durchgeführt. Der zuvor genannte Lehrer unterrichtete Mathematik in beiden Schulen. Er hatte 25 Jahre Lehrerfahrung in der Sekundarstufe und 12 Jahre Erfahrung im Lehren von Mathematik in einer Schule innerhalb von Haftanstalten. Im zweiten Kontext, wurde die Ausführung der Aktivitäten in Kooperation mit der Griechischlehrerin der Schule, Frau Anna

^{***} Department of Special Education - University of Thessaly, Greece

Georgiou, die im Voraus informiert wurde und sich für diese spezielle Unterrichtseinheit vorbereitet hatte durchgeführt.

Ausführung im Klassenzimmer

1. Gruppe der Ausführung: 1. Klasse der Junior High School (6. Schulstufe)

In *Stunde 1*, informierte die Lehrperson die gesamte Klasse über den speziellen Lehrinhalt, der erkundet werden wird und reflektiert die mathematische Sprache (den mathematischen Diskurs) und ihre (seine) Beziehung mit der Sprache, die wir im Alltag verwenden. Danach wurden die SchülerInnen in 3er und 4er Gruppen eingeteilt. Sie bekamen ein Arbeitsblatt mit drei Aktivitäten und eine Seite, die Teile eines Textes aus dem Mathematikschulbuch aus dem Kapitel „viereckige Formen“ (Parallelogramm, Rechteck, Rhombus, Quadrat, Trapez, gleichschenkliges Trapez) enthielt.

Bei der ersten Aktivität beriefen sich die SchülerInnen auf ihre Erfahrungen und erinnerten sich an Wörter, die uns in Mathematik und im Alltag begegnen, und eine ähnliche oder verschiedene Bedeutung im Kontext aufweisen. Alle Gruppen nahmen mit Wörtern/Wortbedeutungen an der Aufgabe teil und die Lehrperson schrieb die Wörter an die Tafel. Danach wurden mathematische Begriffe, die im Alltag mit derselben oder ähnlichen Bedeutung benutzt werden im Text gefunden. (zweite Aktivität). In *Stunde 2* arbeiteten die SchülerInnen an einem vorgegebenen Wort-Problem und fanden und lösten am Ende ein eigenes. Das Erzeugen eines Problems weckte das Interesse der SchülerInnen, da es das erste Mal war, dass sie in der Position waren ein Problem zu schaffen, anstatt es zu lösen. In verschiedenen Kontexten von mathematischer Involvierung, reagierten die SchülerInnen mit ein wenig Unsicherheit und baten die Lehrperson öfters um Hilfe oder Kontrolle ihrer Entscheidungen. Gleichzeitig zeigte sich jedoch mehr Bereitschaft zur Kooperation innerhalb der Gruppe und ein Austausch von Meinungen wie sie mathematische Konzepte und Abläufe in Worte fassen würden.

2. Gruppe der Ausführung: Schule innerhalb einer Haftanstalt

In der Schule innerhalb der Haftanstalt wurden dieselben Schritte und Unterrichtsmethoden wie in der Einführung der Aktivität von Wort-Problemen verwendet. Es herrschte sehr großes Interesse auf Seiten der Häftlings-SchülerInnen für den kommunikativen Ansatz der Aktivität und die Teilnahme an den Diskussionen im Kontext der gesamten Klasse und in den Gruppen war sehr hoch.

Stunde 1: Das Erinnern an Worte der mathematischen Sprache, die auch im Alltag verwendet werden (erste Aktivität des Arbeitsblattes), war wie erwartet schwierig für die SchülerInnen mit limitierten Griechisch-Kenntnissen. Die Vereinigung der zwei Felder des Sprachgebrauches verlangte einen abstrakten geistigen Prozess, verbunden mit ihrer grundsätzlich beschränkten Erfahrung griechisch zu verwenden. Der Mathematiklehrer unterstützte den Prozess mit leitenden Fragen und mündlichen Hinweisen und die Griechischlehrerin bat dazugehörige Hilfe an, indem sie auf Texte zurückgriff, die in der Klasse bereits durchgenommen worden waren. Der zweite und dritte Teil der Aktivität (Erkennen von Wörtern in einem geschriebenen Text,

Assoziation der Bedeutung mit der Alltagssprache und ein äquivalentes Wort in der Muttersprache der SchülerInnen) unterstützte eine dynamische Interaktion unter den Gruppenmitgliedern. Die SchülerInnen interagierten um die Wörter zu finden und ihre Bedeutung in den verschiedenen Kontexten, in denen sie verwendet werden herauszufinden. Die SchülerInnen, die bessere Griechisch Ressourcen aufwiesen fungierten als Mediatoren, übersetzten Wörter des Textes in ihre Muttersprache und unterstützten so den Zugang der schwächeren SchülerInnen zur mathematischen Sprache.

Stunde 2: Die gesamte Klasse untersuchte ein Wort-Problem. Die diskursiven Eigenschaften der Wort-Problem-Gattung wurden erkannt und modelliert. Danach wurden von den SchülerInnen selbstständig aufgrund ihrer gemeinsamen Herkunft und Sprache Gruppen gebildet. Jede Gruppe übernahm es ihr eigenes Wort-Problem zu erzeugen. Die SchülerInnen verhandelten untereinander nicht nur den mathematischen Inhalt des Problems, das sie kreieren wollten, sondern auch den angemessenen Ausdruck im Kontext der mathematischen Sprache. Die Lehrperson half den SchülerInnen, wenn er/sie gefragt wurde. Er/Sie wurde über alternative Vorschläge informiert und führte die SchülerInnen effizient, sodass diese über die endgültige Wortwahl selbst entscheiden konnten.

Schlussfolgerungen:

Die Aktivität von Wort-Problemen unterstützt den Prozess der bewussten Reflexion des Verhältnisses von mathematischer Sprache und Alltagssprache, für alle SchülerInnen, mit und ohne Griechisch als Muttersprache. Speziell die SchülerInnen, die Mathematik in einer zweiten Sprache gelehrt wurden, erachteten die Aktivität als sehr interessant und produktiv, da sie ihnen erlaubte Bedeutungen zu korrelieren und zu verdeutlichen, je nachdem in welchem Kontext die Begriffe auftauchten, in mathematischem oder alltäglichem Kontext. Außerdem wiesen diese SchülerInnen darauf hin, dass sie auch selbstständig versucht hatten mathematische Konzepte in ihrer Muttersprache nachzuvollziehen, aber es nicht immer leicht war. Die Bestätigung von Übersetzungen im Klassenzimmer, gab ihnen die Möglichkeit mehr mathematische Begriffe und Konzepte zu verstehen, obwohl sie sich, wegen der Einschränkungen der Haftanstalt, auf die Übersetzungen ihrer KlassenkameradInnen, die dieselbe Sprache sprechen verlassen mussten.³ Die Lehrperson gab an, dass er/sie die SchülerInnen in der Zukunft, bei ähnlichen Projekten, mit Kopien, die Übersetzungen der Begriffe in ihre Muttersprache enthalten versorgen würde.

Im Fazit der Lehrperson und der SchülerInnen wurde die Konstruktion eines Wort-Problems der SchülerInnen als besonders interessant und hilfreich angegeben. Die SchülerInnen gaben an, wie vorteilhaft und stimulierend der Anlass für sie war, ein mathematisches Problem in eine angemessene (mathematische) Sprache zu

³ Mit der Aktivität als Ausgangspunkt, sprach die Klasse über die Einschränkungen des Internetzugriffes für Texte in ihrer Muttersprache, die ihnen die Haftanstalt auferlegt. Sie schrieben eine Petition, um die Erlaubnis zu erhalten, das Internet für Bildungszwecke nutzen zu dürfen.

„transferieren“. Laut der Lehrperson war die Ausführung der Aktivität eine gute Initiative um dazugehörige Aktivitäten mit Wort-Problemen zu entwickeln.

Schlussfolgerungen aus den drei Ausführungen

von Roberto Peroni^{****}

Sprache ist das beste Instrument für die kulturelle Kommunikation und die kognitive Entwicklung in der menschlichen Evolution, und beinahe alle Inhalte und Interaktionen müssen linguistisch organisiert sein.

Die Beziehung zwischen Mathematik und Sprache ist besonders wichtig, sowohl weil für jede menschliche Sprache gilt „un système où tout (ou presque tout) se tient“ (de Saussure und Meillet), als auch weil die Mathematik selbst eine streng strukturierte Sprache mit einem speziellen Wortschatz und einer hierarchischen Struktur ist.

Das Thema des Projekts M3EaL ist die Beziehung im Mathematikunterricht zwischen Sprache und den „drei M’s“: Mathematik, Migration, und Multikulturalität. Die Unterrichtseinheiten empfehlen einen situationsbezogenen Kontext, in dem es eine Beziehung zwischen der Alltagssprache und dem mathematischen Diskurs in einer multikulturellen Unterrichtssituation gibt, mit verschiedenen Erstsprachen (Minderheitensprachen) und einer Zweitsprache, welche die Erstsprache für die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler darstellt.

Im Detail berichten die drei Pilotversuche von komplexen Bildungskontexten mit Schülerinnen und Schülern mit verschiedenen Migrationshintergründen, deren Erstsprache Minderheitensprachen aus Osteuropa, Afrika und Asien sind. Im Falle des griechischen Pilotversuchs nahmen auch Angehörige der Volksgruppe der Roma teil. Ebenso in Griechenland nahmen Jugendliche und junge Erwachsene (Alter 17-21 Jahre) einer Strafanstalt, die dort die 2. und 3. Klasse der Sekundarstufe I besuchten. Jede und jeder von ihnen musste „das Lernen in einer Fremdsprache lernen“ (Gibbons, 1993); dabei haben neuro-bildgebende Forschungen einen komplexen Zusammenhang zwischen Sprache und Mathematik ergeben, mit Sprachaktivitäten in der linken perisylvischen Region bei exakten Berechnungen (Dehaene et al., 1999), und intraparietalen Beteiligungen bei Näherungsprozessen und Mengenvergleichen (Dehaene et al., 2004). Eine fMRI-Studie (Wang et al., 2007) bei Englisch-Lernenden mit Mandarin-Chinesischer Erstsprache hat gezeigt, dass Berechnungen in der Zweitsprache zwar mit Hilfe der Erstsprache bearbeitet werden können, dabei aber erhöhte Gehirnaktivitäten auftreten, insbesondere in der linken Gehirnhälfte incl. der unteren Stirnwindung (Broca-Zentrum).

Von Seiten der Lehrkräfte sind die Ziele hochgesteckt und komplex: Bewusstsein der positiven Werte verschiedener Kulturen; Herstellung von Bedingungen für einen interkulturellen Dialog in der Klasse und eine inkludierende Bildungsumgebung;

**** CAFRE – Universität Pisa, Italien

Entwicklung einer (selbst-)kritischen Bewusstseins bezüglich der Sprache und deren Anwendung; und selbstverständlich das Unterrichten von Mathematik, also die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu stärken, die mathematischen Inhalte verstehen und diskutieren zu können; und schließlich das Anwenden von passenden und gut geplanten Unterrichtsmethoden.

Die vorgeschlagenen und getesteten Aktivitäten haben einen explizit multikulturellen Charakter. Wichtige gemeinsame Eigenschaften aller Pilot-Berichte sind eine Analyse (mündlich und schriftlich) eines Schulbuchabschnitts, und eine Analyse (ebenfalls mündlich und schriftlich) einer Textaufgabe einer Nationalen Standardisierten Leistungsüberprüfung (z.B. Matura), wobei die Bedeutung schwieriger Worte oder schwieriger Sätze zu erkennen war und diese in die entsprechenden Sprachen zu übersetzen waren; bei Bedarf wurde auch der passende mathematisch-fachsprachliche Term gesucht. Dies trat insbesondere bei den Französischen Pilottests auf, etwa bei den Begriffen „Kante“, „Höhe“, oder „rechter Winkel“.

Reflexionen über geometrische Figuren („Vierecke“) sind in allen drei Pilotberichten enthalten, wobei insbesondere der Bericht aus Pisa und jener aus Paris-Créteil eine sehr effiziente und pragmatische Vorgehensweise zeigen, bei denen man sozusagen über Telefon jemand anderen mitteilen musste, wie eine bestimmte geometrische Figur (die dem „Anrufer“, nicht aber dem „Angerufenen“ bekannt war) zu zeichnen sei. In Paris-Créteil wurde zusätzlich die Software GeoGebra zur Konstruktion der Figuren eingesetzt, was einen kleinen Vorteil für nicht-Erstsprachig Französische Schülerinnen und Schüler brachte.

Es handelt sich hier um einen langfristigen Prozess, bei dem es immer noch ein paar Ungenauigkeiten geben mag. Dennoch wurde bei der Unterrichtseinheit ein großer Fortschritt im Vergleich zur ersten Einheit festgestellt, wo die „telefonisch“ durchgegebenen Beschreibungen der Figuren noch nicht besonders gut waren; die Texte sind immer noch nicht perfekt, beginnen aber schon mit klaren Anweisungen („markiere“, „zeichne“, „verbinde“, „teile“ etc.), auch die Fachsprache wird schon öfters benutzt, und zur Vereinfachung der Instruktionen werden die Punkte und Strecken mit Namen versehen.

In allen erwähnten Aktivitäten war die Lehrkraft als Moderator tätig und stand den Schülerinnen und Schülern sowohl für sprachliche als auch für mathematische Fragen zur Verfügung. Jede Kommunikation führt zu einer weiteren Verbesserung, und es ist klar dass jeder Schritt in Richtung einer Kompetenzerhöhung der mathematischen Kommunikation mit einer proportionalen Erhöhung des mathematischen Wissens einhergeht.

Zusammenfassend zeigt die Erfahrung aus den drei Pilotversuchen, dass:

- a. Mehrsprachige Aktivitäten („trans-languaging“) bei Wort-Bedeutungen und Figur-Bedeutungen unterstützen Prozesse einer bewussten Reflexion der Beziehung zwischen mathematischer Fachsprache und Alltagssprache für alle Schülerinnen und Schüler, sowohl jene, deren Erstsprache gleich der Unterrichtssprache (im Falle dieser Einheit Italienisch, Französisch, oder Griechisch) ist, als auch für jene, bei denen das nicht der Fall ist. Die

Aktivitäten bezüglich der lexikalischen und kontextbezogenen Wortbedeutung waren für die nicht-Erstsprachlichen Schülerinnen und Schüler produktiver, da diese die Bedeutung der Wörter in verschiedenen Kontexten (mathematisch und alltagssprachlich) vergleichen konnten.

- b. Die Aktivitäten bezüglich des Zeichnens von Figuren unterstützen die Verbindung der abstrakt-symbolischen Stufe mit der pragmatisch-konkreten Stufe der Bewegung und der Gestik, auf denen das abstrakte Wissen aufbaut (Bates et al., 1979), (Arzarello et al., 2009), (Alibali et al., 2014), (Novack & Goldin-Meadow, 2015).
- c. Gut geplante und gut geleitete mehrsprachige Aktivitäten erlauben eine bessere Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit verschiedenen linguistischen und kulturellen Hintergründen und stellen gute Ausgangsbedingungen für interkulturellen Dialog in der Klasse dar, der auch außerhalb der Schule fortgesetzt werden kann.

Literatur

- Alibali, M.W., Nathan, M.J., Wolfgram, M.S., Breckinridge Church, R., Jacobs, S.A., Johnson Martinez, Ch. & Knuth, E.J. (2014). How Teachers Link Ideas in Mathematics Instruction Using Speech and Gesture: a Corpus Analysis, *Cognition and Instruction*, 32 (1), pp. 65-100
- Arzarello, F., Di Paola, B., Robutti, O. & Sabena, C. (2009). Gestures as Semiotic Resources in the Mathematics Classroom, *Educational Studies in Mathematics*, 70 (2), pp. 97-109.
- Bates, E., Benigni, L., Bretherton, I., Camaioni, L. & Volterra, V. (1979). *The Emergence of Symbols: Cognition and Communication in Infancy*. New York: Academic Press.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R. & Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence, *Science*, 284, pp. 970-974.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L. & Wilson, A.J. (2004). Arithmetic and the Brain, *Current Opinion in Neurobiology*, 14, pp. 218-224.
- Gibbons, P. (1993). *Learning to Learn in a Second Language*. Portsmouth, NH.: Heinemann.
- Novack, M. und Goldin-Meadow, S. (2015). Learning from Gesture: How our Hands Change our Minds, *Educational Psychology Review*. New York: Springer.
- Wang, Y., Lin, L., Kuhl, P. & Hirsch, J. (2007). Mathematical and Linguistic Processing Differs between Native and Second Languages: an fMRI Study, *Brain Imaging and Behavior* 1, pp. 68-82.