

แนวคิดเรื่องสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Grade 6 Student Conceptions About Substances

ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง และ นฤมล ยุตาคุม
Pattamaporn Pimthong and Naruemon Yutakom

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore student conceptions about substances; nature of substances, state of substances, solution process and particle nature of matter using a concept test. The concept test consisted of multiple-choice questions, multiple-choice with free response questions and open-ended questions. The samples were 50 six grade students from Saraburi province in 2003 academic year. The data were analyzed by categorizing of student responses based on the students' reasoning. The result showed that most students hold alternative conceptions confirmed by the student responses which seemed to be copied from the text books. Furthermore, there were some trends of the relationship between student alternative conceptions and everyday experiences. To promote student conceptions instructors should encourage student awareness on the similarity and differences between their conceptions and scientific conceptions, and using scientific conceptions in appropriate context.

Key words: student conceptions, scientific conceptions, alternative conceptions, primary students

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือสำรวจแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารในเรื่อง ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การละลาย และอนุภาคของสาร โดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด และแบบเลือกตอบ กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 50 คน จากจังหวัดสระบุรี ในปีการศึกษา 2545 จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกแนวคิดของนักเรียนตามการให้ความหมายของนักเรียนแต่ละคน ผลการวิเคราะห์คำตอบ

ของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิด พบว่า นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดที่ไม่ใช่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (แนวคิดทางเลือก) ซึ่งแสดงให้เห็นโดยการที่นักเรียนใช้วิธีการจดจำจำกัดความที่พบในหนังสือเรียนมาใช้ตอบคำถามโดยปราศจากความเข้าใจ และการใช้ภาษาในชีวิตประจำวันที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถาม ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดทางเลือก และเห็นถึงประโยชน์ของการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในบริบทที่เหมาะสม
คำสำคัญ: แนวคิดของนักเรียน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
แนวคิดทางเลือก นักเรียนประถมศึกษา

บทนำ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการ
ศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ, 2542) และ การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 (สสวท, 2544) มีเป้าหมาย
เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
(Scientific Conceptions) เพื่อให้เกิดความเข้าใจและ
นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์
ธรรมชาติต่างๆได้ โดยการจัดการเรียนรู้จะต้อง
เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและนักเรียน
สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แนวคิดทางเลือก (Alternative Conceptions)
คือแนวคิดของนักเรียนซึ่งแตกต่างไปจากแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์ โดยนับเป็นอุปสรรคสำคัญกับการเรียนรู้
แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบและสาเหตุของ
แนวคิดทางเลือกมีมากมายแตกต่างกันไป โดยนักวิจัย
ส่วนมากยอมรับร่วมกันอย่างหนึ่งว่าแนวคิดทางเลือก
ของนักเรียนเกิดมาจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน
ของนักเรียน เช่น การมีปฏิสัมพันธ์กับพ่อแม่เพื่อน
ญาติพี่น้อง คนรอบตัว รวมทั้งผลจากภาษาและ
วัฒนธรรมในสังคมนั้นๆ (Vosniadou & Brewer, 1992;
Wandersee, 1994; Duit, 1999: 266-269) โดยภาษา
เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแนวคิดทาง
เลือก เน้นอนว่าภาษาที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์นั้น
เป็นภาษาที่มีความเฉพาะเจาะจงและประกอบไปด้วย
คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากมาย บางครั้งคำศัพท์ทาง
วิทยาศาสตร์ก็เป็นคำๆเดียวกับที่นักเรียนใช้ในชีวิต
ประจำวันแต่มีความหมายที่แตกต่างและใช้ใน
สถานการณ์ที่แตกต่างไป แต่บางทีคำศัพท์ทาง
วิทยาศาสตร์ก็คือคำใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน

(Wellington & Osborne, 2001)

แนวคิดเรื่องสารและสมบัติของสารเป็น
แนวคิดที่สำคัญที่ช่วยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน
สาขาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ สัตววิทยา พืช วิทยาศาสตร์
สุขภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์การ
อาหาร เป็นต้น (Brown et al., 2000) แนวคิดเรื่องสาร
และสมบัติของสารนี้จัดอยู่ในสาระที่ 3 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในระดับประถมศึกษา
หรือช่วงชั้นที่ 1 และ 2 นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิด
พื้นฐานในเรื่องสารและสมบัติของสาร ได้แก่ สมบัติ
ของวัสดุในชีวิตประจำวัน การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ
โดยความดัน สมบัติของสารในสถานะต่างๆ การ
เปลี่ยนสถานะของสาร การแยกสาร การละลาย การ
เปลี่ยนแปลงทางเคมี และสารเคมีในชีวิตประจำวัน
ซึ่งแนวคิดเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้
แนวคิดเรื่องสารและสมบัติของสารในระดับสูงต่อไป

การศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนในเรื่อง
สารและสมบัติของสารได้รับความสนใจจากนัก
วิทยาศาสตร์ศึกษาทั่วโลกโดยเฉพาะในแถบอเมริกา
และยุโรปมากกว่า 30 ปี โดยเฉพาะการศึกษาแนวคิด
ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา (Renstrom et al.,
1990; Andersson, 1990; Lee et al., 1993) ผลจากงาน
วิจัยจำนวนมากพบว่านักเรียนมักจะมีแนวคิดทางเลือก
เช่น นักเรียนไม่สามารถจำแนกได้ว่าสิ่งใดเป็นสาร
หรือพลังงาน และนักเรียนส่วนมากระหว่างอายุ 3-13
ปี ไม่สามารถใช้เกณฑ์จำแนกสารออกเป็นสถานะต่างๆ
(ของแข็ง ของเหลว แก๊ส) และไม่เข้าใจในเรื่องกฎ
การอนุรักษ์สารและกฎการอนุรักษ์มวล นักเรียนจึง
มักอธิบายว่าแก๊สเป็นสิ่งที่ไม่มีน้ำหนักหรือไม่มีตัว
ตนต่างจากของแข็งและของเหลวที่นักเรียนสามารถ
มองเห็นและจับต้องได้ (Kmel et al., 1998; Stavy,
1990) เช่นเดียวกันกับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการ
ละลายที่นักเรียนส่วนมากอธิบายว่าตัวละลายหายไป
เมื่อละลายในตัวทำละลาย หรือน้ำหนักของตัว
ละลายน่าจะลดลงเมื่อละลายในตัวทำละลาย (Prieto et
al., 1989; Longden et al., 1991; Selley, 2000) สำหรับ

ในประเทศไทยนั้นการศึกษาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารมีจำนวนน้อยเช่น ยินดี (2535) ได้ศึกษาพัฒนาการของแนวคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 3 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับสาร และ ทศนา (2540) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของโมเลกุลในภูมิภาคต่างๆของน้ำ โดยทั้งสองท่านต่างพบแนวคิดทางเลือกเกี่ยวกับสารโดยเฉพาะในแนวคิดที่เป็นนามธรรม เช่น นักเรียนในระดับประถมศึกษาส่วนมากไม่สามารถจำแนกแก๊สและของเหลว เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถอธิบายสมบัติที่แตกต่างกันของแก๊สและของเหลวได้ ส่วนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาเชื่อว่าโมเลกุลของสารชนิดเดียวกันในแต่ละภูมิภาคมีขนาดแตกต่างกัน

จากงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับเรื่องสารและสมบัติของสารพบว่าแนวคิดที่เกี่ยวข้องและช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนี้มากขึ้นคือการใช้แนวคิดเกี่ยวกับอนุภาคอธิบายสมบัติของสาร โดยการใช้แบบจำลองอนุภาคอธิบายสิ่งที่ป็นนามธรรมคือไม่สามารถมองเห็นได้จริง ให้เป็นรูปธรรม ได้แก่ การจัดเรียงตัวและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสาร ซึ่งจากการศึกษาพบว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาคอนปลายมีความสามารถเรียนรู้และใช้แบบจำลองอนุภาคอธิบายสมบัติของสารในแต่ละสถานะ และการเปลี่ยนแปลงของสาร เช่น การละลายได้ (Rosen and Rozin, 1993; Lee et al., 1993; Selley, 2000) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่อง ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การละลาย ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้ผ่านการเรียนเรื่องเหล่านี้มาแล้ว และสำรวจแนวคิดของนักเรียนเรื่องอนุภาคของสารเพื่อสำรวจว่านักเรียนไทยมีแนวคิดเกี่ยวกับอนุภาคของสารหรือไม่ อย่างไร โดยหวังว่าการวิจัยในครั้งนี้จะได้นำเสนอแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมแนวคิดเรื่องสาร และให้ข้อมูลแก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประถม

ศึกษาเรื่องสารเพื่อหาแนวทางในการส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องการสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2545

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนได้ทำการสำรวจแนวคิดเดิมของนักเรียนก่อนการเรียนการสอน เพื่อเตรียมวิธีการที่เหมาะสมในการส่งเสริมนักเรียนเพื่อพัฒนาแนวคิดเดิมให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2. ผลที่ได้จากการสำรวจเป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาการสอนเรื่องการสาร

ขอบเขตของการวิจัย

การสำรวจแนวคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงชั้นที่ 2 เกี่ยวกับสาร ในจังหวัดสระบุรี ในปีการศึกษา 2545

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 2) จากโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 6 โรงเรียนที่อาสาเข้าร่วมการวิจัยในอำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี จำนวน 157 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 2) ใน จังหวัดสระบุรี ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 50 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้

วิจัยสำรวจแนวคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนเรื่องสารและสมบัติของสารมาแล้ว จากโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 6 โรงเรียนใน จังหวัดสระบุรี ในช่วงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2546

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดแนวคิดเรื่องสาร จำนวน 15 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามแบบเลือกตอบ คำถามแบบเลือกตอบและให้เหตุผลประกอบ คำถามปลายเปิด คำถามปลายเปิดแบบให้เหตุผลประกอบ คำถามปลายเปิดแบบให้วาดภาพประกอบ กรอบคลุมเนื้อหา 7 เรื่อง ได้แก่ ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลาย การแยกสาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และอนุภาคของสาร โดยแบบวัดแนวคิดนี้พัฒนามาจากงานวิจัยเกี่ยวกับสารจากในประเทศไทยและต่างประเทศ (เช่น ยินดี, 2535; Andersson, 1990) โดยได้นำไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา ภาพ และการสื่อความหมายโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละโรงเรียนนั้นเป็นช่วงปลายของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 หลังจากนักเรียนได้เรียนเรื่องสารและสมบัติของสารแล้ว โดยผู้วิจัยนัดหมายครูและนักเรียนในแต่ละโรงเรียนเพื่อให้ทำแบบวัดแนวคิดใช้เวลา 50 นาที ในแต่ละโรงเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยสุ่มคำตอบนักเรียนจำนวน 50 คนจากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด 157 คน โดยคำตอบที่ได้จากนักเรียนจำนวน 50 มีความสม่ำเสมอของคำตอบสามารถนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อตามรูปแบบของคำถามโดย คำถามที่ให้ผู้ตอบเลือก

ตอบและให้เหตุผลประกอบ ผู้วิจัยตรวจสอบว่านักเรียนได้ให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบตรงตามตัวเลือกที่เลือกหรือไม่ ส่วนประเภทคำถามที่ให้ผู้ตอบเขียนคำตอบแบบให้เหตุผลหรือวาดภาพประกอบนั้น ผู้วิจัยอ่านคำตอบโดยละเอียด และตีความหมายของภาพวาดว่ามีความเกี่ยวข้องกับคำถามและสอดคล้องกับคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบหรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยกลุ่มคำตอบของนักเรียนนั้นพัฒนามาจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคน (Tydler, 2000) ซึ่งอาจสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในแต่ละแนวคิดจึงมีกลุ่มคำตอบและจำนวนกลุ่มคำตอบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนในแต่ละแนวคิดนั้น จากนั้นผู้วิจัยหาคำร้อยละของแต่ละกลุ่มคำตอบตามแนวคิดได้แก่ ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การละลาย การแยกสาร และอนุภาคของสาร

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยพร้อมทั้งอภิปรายตามแนวคิดดังต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของสาร

นักเรียนส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 สามารถจำแนกได้ว่าตัวอย่างใดเป็นสาร ตัวอย่างใดไม่เป็นสาร เช่น ในแนวคิดที่ว่าดินไม่เป็นสารนั้น มีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องถึงร้อยละ 96 ส่วนแนวคิดที่นักเรียนมีปัญหามากที่สุด คือ แนวคิดเกี่ยวกับความร้อน เพราะมีนักเรียนเพียงร้อยละ 4 ที่ระบุได้ว่าความร้อนไม่ใช่สารเพราะไม่สามารถจับหรือสัมผัสได้ แต่มีนักเรียนถึงร้อยละ 48 ที่ตอบว่าความร้อนเป็นสาร โดยให้เหตุผลว่า ความร้อนสามารถสัมผัสได้ ความร้อนมีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ และมองเห็นได้ โดยมีนักเรียนร้อยละ 6 ที่อ้างว่าเนื่องจากเทียนเป็นสาร เพราะเปลี่ยนสถานะได้ ดังนั้น ความร้อนจากเทียนก็ควรจะเป็นสารเหมือนกัน

นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความไม่คงเส้นคงวา ในการอธิบายของนักเรียนโดยนักเรียนร้อยละ 38 ให้คำจำกัดความคำว่า สารว่า คือสิ่งที่สัมผัสได้ ต้องการที่อยู่ และมีน้ำหนัก แต่นักเรียนให้เหตุผลได้ ไม่ถูกต้องว่าสิ่งใดเป็นสาร เช่น

“ไอน้ำเป็นสารเพราะไอน้ำมีน้ำหนัก และ ต้องการที่อยู่ แต่ไม่มีตัวตน จับไม่ได้”

“ความร้อนเป็นสารเพราะไม่มีตัวตนมีน้ำหนัก และต้องการที่อยู่”

อีกประเด็นหนึ่งพบว่านักเรียนกว่าร้อยละ 90 อธิบายว่า สารคือสิ่งมีพิษ หรือสารคือสารเคมี เป็น

กรด ทำลายสิ่งแวดล้อม และระบุว่าทุกสิ่งที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ล้วนไม่ใช่สาร เช่น “เกลือไม่ใช่ สารเพราะเกลือสามารถกินได้ ใช้ทำอาหาร และไม่เป็นพิษ” ประเด็นต่างๆ ที่กล่าวมานี้ล้วนเป็นปัจจัย ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดทางเลือกในเรื่องสาร และสมบัติของสาร

2. สถานะของสาร

จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกว่า ร้อยละ 40 ใช้สมบัติที่ได้จากการสังเกต หรือสัมผัส ได้ เช่น ของแข็งจะแข็งหนัก ถี่ได้ แดกได้

Table 1 Students' explanations of solid liquid and gas (n=50).

Students' explanations	Students	Percentages
<u>Solid</u>		
Hard, thick, having weight and touchable	18	36
Having weight, touchable, fix shape and occupy space	14	28
Soluble or insoluble	1	2
Weigh of substance	2	4
Difficult to brack	2	4
For example stone, powder, mud, and etc.	11	22
No response	2	4
<u>Liquid</u>		
Having weight, touchable, not fix shape and occupy space	14	28
Soft, unable to be molded, be absorbed to the ground, and making solid dissolved	12	24
Untouchable, not fix shape, invisible	6	12
Touchable	5	10
Water	2	4
Dissolved solid	1	2
Reused and pure substance	2	4
For example powder, water, soap, soft drink, and candle wax	6	12
No response	2	4
<u>Gas</u>		
Having weight, touchable, not fix shape and not fix volume	13	26
Invisible	11	22
No weight, and untouchable	5	10
Smelly, toxic and flammable	4	8
Used for cooking, for breathing and inside a ball	4	8
For example air, wind, light and orange juice	10	20
No response	3	6

ของเหลวไม่เป็นก้อน ไหลได้ ซึมลงพื้น และแก๊สคือสิ่งที่มองไม่เห็น มีกลิ่น เป็นต้น นอกจากนั้นพบว่านักเรียนอีกถึงร้อยละ 48 ที่ให้คำจำกัดความของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ของแข็งมีน้ำหนัก สัมผัสได้ รูปร่างคงที่ ต้องการที่อยู่ ของเหลวมีน้ำหนัก สัมผัสได้ รูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ ต้องการที่อยู่ และแก๊สมีน้ำหนัก สัมผัสได้ ต้องการที่อยู่ รูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ

ความไม่เข้าใจในแนวคิดของนักเรียนได้แสดงให้เห็นดัง Table 2 เมื่อนักเรียนร้อยละ 94 ระบุได้ว่าก้อนหิน คือของแข็ง แต่มีนักเรียนเพียงร้อยละ 34 เท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใด และไม่มีนักเรียนคนใดที่ใช้คำจำกัดความของของแข็งตามที่กล่าวมา มาใช้ในการอธิบายเลยว่าเพราะเหตุใดจึงคิดว่าหินเป็นของแข็ง ตัวอย่างคำอธิบายของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดอย่างแท้จริงของนักเรียน

แบ่งฝุ่นเป็นของแข็งอีกชนิดหนึ่งที่เป็นปัญหาโดยนักเรียนร้อยละ 46 เชื่อว่าแบ่งฝุ่น คือของเหลว แต่มีนักเรียนเพียง 5 คนเท่านั้นที่ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใด นั่นคือ “แบ่งฝุ่นเป็นของเหลวเพราะสามารถละลายน้ำได้ มีขนาดเล็ก มองไม่เห็น กำไว้ในมือไม่ได้”

สำหรับตัวอย่างที่เกี่ยวกับของเหลวและแก๊ส นักเรียนจำนวน 10 คนจากจำนวน 13 คนให้คำจำกัดความของของเหลวได้ถูกต้อง และสามารถให้คำจำกัดความนั้นมาอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดน้ำมะนาวจึงเป็นของเหลว ส่วนนักเรียนอีก 3 คน ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดจึงระบุว่าน้ำมะนาวเป็นของเหลว เช่นเดียวกับนักเรียนจำนวน 10 คนจากจำนวน 13 คนที่สามารถให้คำจำกัดความของแก๊สได้อย่างถูกต้อง ได้นำคำจำกัดความนี้ไปให้เหตุผลว่าทำไมนักเรียนจึงคิดว่าอากาศ คือแก๊ส ส่วนนักเรียนอีก 3 คนที่เหลือก็มีคำอธิบายที่แตกต่างออกไป ได้แก่

“อากาศไม่ใช่แก๊สแต่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์”

“อากาศไม่ใช่แก๊ส และไม่ใช่ของเหลวและของแข็ง”

“อากาศเป็นของเหลว”

จากคำตอบของนักเรียนพบว่าภาษาในชีวิตประจำวันเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีแนวคิดทางเลือก เช่น นักเรียนคุ้นเคยกับการที่จะเรียกของเหลวทุกอย่างว่าน้ำ และคุ้นเคยกับการเรียกแก๊สหุงต้มว่าแก๊ส

“น้ำมะนาวเป็นของเหลวเพราะขึ้นชื่อว่าน้ำก็ต้องเป็นของเหลว”

Table 2 Students' classifications of substances (n=50).

State Example	Solid	Liquid	Gas	None of these three things
Stone	47 (94%)	-	1 (2%)	2 (4%)
Air	- (6%)	3	37 (74%)	8 (16%)
Powder	6 (12%)	23 (46%)	1 (2%)	20 (40%)
Lime juice	-	48 (96%)	1 (2%)	1 (2%)
Light from light bulb	-	2 (4%)	6 (12%)	34 (68%)

“แก๊สคือวัตถุไวไฟชนิดหนึ่งทำให้เกิดไฟลุก
เกิดมลพิษมีกลิ่นเหม็น”

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วน
มากสามารถให้คำจำกัดความของ ของแข็ง ของเหลว
และแก๊สได้ แต่ไม่สามารถระบุและให้เหตุผลได้ว่า
สารตัวอย่างแต่ละชนิดอยู่ในสถานะใด

3. การละลาย

นักเรียนร้อยละ 28 อธิบายว่าการละลายคือการ
ที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นน้ำ (Table 3) เช่น “น้ำตาล
ละลายกลายเป็นน้ำแต่หวาน” คำตอบนี้สอดคล้อง
กับคำอธิบายของนักเรียนที่เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์สาร
(Table 4) ที่นักเรียนเชื่อว่าตัวละลายหายไปโดย
เปลี่ยนเป็นสารชนิดอื่นไปแล้วไม่สามารถนำกลับคืน
มาได้เช่น “สิ่งที่ละลายเป็นน้ำจะกลับคืนสู่สิ่งเดิมไม่ได้
ถ้านำไปแช่แข็งก็จะเป็นน้ำแข็งหวาน” หรือนักเรียน
บางคนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนสับสนระหว่าง
แนวคิดเรื่องการละลายกับแนวคิดอื่นๆ เช่น การ
เปลี่ยนสถานะ หรือนักเรียนบางคนพยายามใช้
แนวคิดหรือคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ มาสนับสนุน
คำตอบของตนเองโดยปราศจากความเข้าใจ
ที่แท้จริง เช่น

“น้ำตาลไม่หายไปแต่เปลี่ยนสถานะเป็น
ของเหลว”

“การละลายคือการที่ของสิ่งนั้นค่อยๆระเหย
แต่ยังคงรสอยู่ในที่นั้น”

“น้ำตาลละลายแล้วนำกลับคืนมาไม่ได้เพราะ
น้ำตาลเป็นสาร ทำให้จางหายไปได้ แต่ไม่หายไป
จากโลก”

4. อนุภาคของสาร

นักเรียนร้อยละ 48 มีแนวคิดทางเลือกที่ว่าหลัง
จากที่น้ำเดือดแล้ว อนุภาคจะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดย
นักเรียนให้เหตุผลว่าอนุภาคของน้ำจะมีขนาดใหญ่
ขึ้นและอยู่ห่างกันมากขึ้นเมื่อได้รับความร้อน
นอกจากนี้คำตอบของนักเรียนร้อยละ 22 แสดงให้
เห็นว่านักเรียนรับรู้ว่อนุภาคคือสิ่งบางสิ่งที่อยู่ในสาร
เช่น

“อนุภาคน่าจะมีจำนวนน้อยลงและนอนกัน
อยู่ในกระป๋อง”

“เวลาอนุภาคเดือด ก็จะอยู่กันเป็นแถวและมี
จำนวนมากขึ้น”

“อนุภาคมีน้ำหนัก เพราะฉะนั้นอนุภาคจึงอยู่
ในน้ำ”

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นได้
ว่านักเรียนไม่มีแนวคิดที่ว่าสารประกอบขึ้นมาจาก
อนุภาค โดยนักเรียนจะอธิบายเฉพาะการเดือดของ
น้ำว่าเป็นการทำให้ น้ำเปลี่ยนเป็นแก๊ส เพียงเท่านั้น

Table 3 Students' conceptions about dissolving (n = 50).

Dissolving is ...	Students	Percentages
Solid changes into water	14	28
Heat makes sugar changes	10	20
Sugar disappears	8	16
Sugar mixes with water	4	8

Table 4 Students' conceptions about conservation of matter in solution process (n = 50).

	Yes (Students)	No (Students)	Do not know (Students)
Can you get sugar back from syrup ?	8 (16%)	38 (76%)	4 (8%)

แต่ไม่ได้อธิบายถึงการเคลื่อนที่และการจัดเรียงตัวของอนุภาคนั้นแต่อย่างใด

บทสรุป วิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการสำรวจจากแบบวัดแนวคิดเรื่องสารพบว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดทางเลือกโดยพบว่าปัจจัยภายนอก เช่น บริบททางสังคมและภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ล้วนมีผลต่อแนวคิดทางเลือกของนักเรียน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงยึดติดกับแนวคิดเดิมของนักเรียนแม้จะรู้ว่าไม่ตรงตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียน และเพราะนักเรียนเองก็ไม่ได้มีความเข้าใจที่แท้จริงในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจยอมรับว่าสิ่งที่ได้เรียนนั้นถูกต้องแต่ในเวลาเดียวกันก็ไม่สามารถที่จะเลิกเชื่อในแนวคิดเดิมของตนวิธีแก้ปัญหานักเรียน คือพยายามใช้วิธีที่คล้ายกับบทวิทย์ทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียน หรือใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนผสมกับแนวคิดทางเลือกที่ยังเชื่อถืออยู่มากอบ นอกจากนั้น นักเรียนยังมีแนวคิดทางเลือกซึ่งเกิดจากข้อจำกัดในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือสัมผัสได้และมีความเข้าใจที่จำกัดในเรื่องกฎการอนุรักษ์สาร เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ คำอธิบายของนักเรียนในเรื่องอนุภาคเป็นข้อยืนยันได้ว่านักเรียนมีความรู้ข้อจำกัดในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม เพราะนักเรียนใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันจากสิ่งที่สามารถมองเห็นสัมผัสได้ในระดับมหภาค (Macroscopic level) มาอธิบายปรากฏการณ์สิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ในระดับอนุภาค (Microscopic level) เช่น “อนุภาคมีน้ำหนัก เพราะฉะนั้นอนุภาคจึงอยู่ในน้ำ”

ความไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือของภาษาไทยเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิธีการแก้ไขก็คือ จัดกิจกรรมโดย

นำเสนอสิ่งที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างภาษาทางวิทยาศาสตร์กับภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยให้มีความเข้าใจในแนวคิดและเลือกใช้คำแต่ละคำให้เหมาะสมตามบริบท ตลอดจนการใช้แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องอนุภาคมาส่งเสริมความเข้าใจในเรื่องสาร เป็นแนวทางที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในระดับอนุภาคและแก้ปัญหาความไม่ชัดเจนของแนวคิดทางเลือกของนักเรียนได้

เอกสารอ้างอิง

- ทัศนดา ฉันทนาภิธาน. 2540. การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 7. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยินดี สวนคุณานนท์. 2535. มโนคติของนักเรียนเรื่องสาร. งานวิจัย. ราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2544. การจัดสาระการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- Andersson, B. 1990. "Pupils' Conceptions of Matter and Its Transformations (age 12-16)". *Studies in Science Education*. 18: 53-85.
- Brown, T., H. LeMay and B. Bursten. 2000. *Chemistry: The Central Science (8th Ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Duit, R. 1999. Conceptual Change Approach in Science Education, pp. 263-282. In W. Schnotz, S. Vosniadou and M. Carretero (eds.). *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change*. Amsterdam: Pergamon.

- Krnel, D. et al. 1998. "Survey of Research Related to the Development of the Concept of Matter". *International Journal in Science Education*. 20: 257-289.
- Lee, O. et al., 1993. "Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules". *Journal of Research in Science Teaching*. 30: 249-270.
- Longden, K., P. Black and J. Solomon. 1991. "Children's Interpretation of Dissolving". *International Journal in Science Education*. 13: 59-68.
- Prieto, T., A. Blanco and A. Rodriguez. 1989. "The Ideas of 11 to 14-year-old Students About the Nature of Solutions". *International Journal in Science Education* 11: 451-463.
- Renstrom, L., A. Bjorn and M. Ference. 1990. "Students' Conceptions of Matter". *Journal of Educational Psychology* 82: 555-569.
- Rosen, A.B. and P. Rozin. 1993. "Now You See It, Now You Don't: The Preschool Children's Conception of Invisible Particles in the Context of Dissolving". *Developmental Psychology* 29: 300-311.
- Selley, N. J. 2000. "Students' Spontaneous Use of a Particulate Model for Dissolution". *Research in Science Education*. 30:389-402.
- Stavy, R. 1990. "Children's Conception of Changes in State of Matter: From Liquid (or Solid) to Gas". *Journal of Research in Science Teaching*. 27(3): 247-266.
- Tytler, R. 2000. "A Comparison of Year 1 and Year 6 Students' Conceptions of Evaporation and Condensation: Dimensions of Conceptual Progression". *International Journal in Science Education* 22: 447-467.
- Vosniadou, S. and W.F. Brewer. 1992. "Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood". *Cognitive Psychology*. 24: 535-585.
- Wandersee, J., J. Mintzes and J. Novak. 1994. Research on Alternative Conceptions in Science, pp. 177-203. In D. Gabel (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Wellington, J. and J. Osborne. 2001. *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.