บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้มีเนื้อหาแบ่งได้ 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตอนที่ 2 เทคนิคการสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียน และ ตอนที่ 3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสสาร และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสสารของนักเรียน นอกจากนี้ยังได้เสนอบทสรุปไว้ตอนท้ายอีกด้วย

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Children's Learning in Science)

จากแนวคิดของเพียเจต์ที่ว่า การเรียนรู้ต้องอาศัยกระบวนการของการดูดซึม (assimilation) และการดูดซับ (Accommodation) ความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่เข้ากับกรอบโครงสร้างทางความรู้ (scheme) เดิมที่มีอยู่ เกิดเป็นกรอบโครงสร้างทางความรู้ใหม่ และจากแนวความคิดที่ว่า ความรู้ที่มีมาก่อนของนักเรียน (prior concept หรือ preconception) ซึ่งสร้างขึ้นมาโดยการนำเอามโนมติหลาย ๆ มโนมติมาปะติดปะต่อกันโดยอาศัยกรอบโครงสร้างทางความคิด (schema) ที่มีอยู่ได้เป็นที่ยอมรับกันในหมู่นักการศึกษา (Bar & Travis, 1991)

Ausubel (1961) ได้กล่าวว่า มีเกณฑ์ 2 อย่างที่ช่วยให้การเรียนรู้มีความหมาย คือ โครงสร้างทางตรรกศาสตร์ และความเหมาะสมในการดูดซึมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้วของนักเรียน นอกจากนี้ Ausubel (1968) ยังกล่าวย้ำอีกว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในการเรียนรู้คือ **สิ่งที่นักเรียนรู้มาแล้ว** (Preconceptions)

ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของคนเราช่วยให้คนเราเกิดการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้นี้จัดว่าเป็นกระบวนการของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่มาจากภายนอก กับโครงสร้างทางความรู้เดิมของผู้เรียน จากกระบวนการนี้อาจจะ

ส่งผลให้เกิดการสร้างโครงสร้างทางความรู้แบบง่าย ๆ (Alternative schema) ได้ (Driver & Easley, 1978) กล่าวคือ ผู้เรียนจะแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับตามความคิดความเข้าใจของเขาเอง (Alternative view) ซึ่งมักจะแตกต่างจากการแปลความ หรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เมื่อเป็นเช่นนี้ แม้ครูจะมีการเตรียมการสอนอย่างดีก็อาจจะมีผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ผิดพลาด (Misconceptions) ในเรื่องที่สอนได้เช่นกัน (Osborne & Cosgrove, 1983) ทั้งนี้เพราะว่า ในระหว่างกระบวนการเรียนนั้น ความหมายของสิ่งที่นักเรียนกำลังเรียนอาจจะเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากการปฏิสัมพันธ์กับความรู้เดิม และจากเจตคติของนักเรียนเอง

จากที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่า มีคำ 2 คำที่ควรทำความเข้าใจในที่นี้ คือ Alternative view หรือ children's idea และ Misconception Driver และ Easley (1978) กล่าวว่า คำว่า Alternative view หมายถึง ความคิด หรือมโนมติที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ (spontaneous concept) ของเด็ก ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเด็กเล็ก ๆ ที่มีอายุอยู่ในช่วง 6-12 ขวบ ที่เข้าใจสิ่งรอบตัวอย่างง่าย ๆ ตามแนวคิดของเขาเอง ในขณะที่คำว่า Misconception จะหมายถึงความเข้าใจที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติใด ๆ ที่วิเคราะห์ได้จากข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งผู้ตอบมีความรู้แต่ไม่เข้าใจทั้งหมด หรือเข้าใจผิดพลาด ส่วน Lawson และ Thompson (1988) ใช้คำว่า Misconception เพียงคำเดียวแทนความหมายของคำทั้งสองคำนี้ อย่างไรก็ตาม Alan, Kewin, Bren และ Gilen (1988) รวมทั้ง Bar และ Travis (1991) ต่างก็ยังคงเน้นถึงความแตกต่างของคำทั้งสองนี้อยู่ ในงานวิจัยนี้จะใช้คำสองคำนี้ในความหมายที่แตกต่างกันดังนี้ Alternative view หมายถึงความคิดความเข้าใจแบบง่าย ๆ หรือความคิดของเด็ก ๆ ที่ไม่เป็นที่ยอมรับเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วน Misconception หมายถึง ความเข้าใจที่ผิดพลาด หรือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ อนึ่ง Osborne และ Freyberg (1985) ได้เสนอแนะว่า ขั้นแรกของการปรับปรุงการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์ที่ควรทำคือ ครูควรวิเคราะห์ทั้ง alternative views และ misconceptions ของนักเรียน

การสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียน (Exploring Children's Ideas)

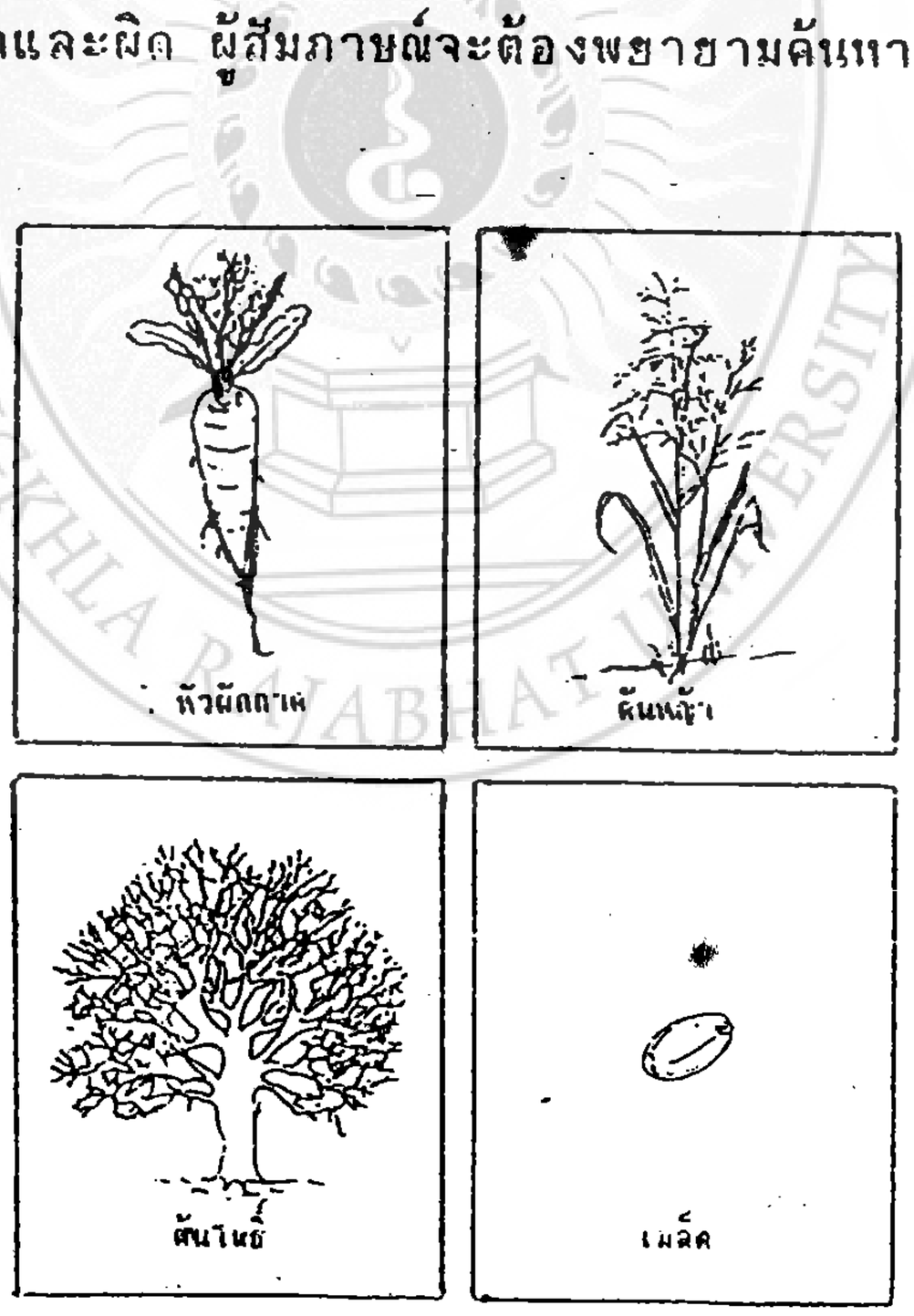
หลายปีมาแล้วที่ได้มีการพัฒนาเทคนิคการสำรวจความคิดความเข้าใจของเด็ก ๆ เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ขึ้นมามากมาย เทคนิคที่นิยมใช้มีอยู่ 3 แบบ คือ 1) การสัมภาษณ์เด็กเป็นรายบุคคล 2) การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ และ 3) การถามด้วยคำถามแบบปลายเปิด ในที่นี่จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะสองวิธีแรกเท่านั้น

<u>การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล</u>

การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลนี้สอดคล้องกับแนวการศึกษาของเพียเจต์ในสมัยก่อนนั่นเอง ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความคิดความเข้าใจของเด็กเกี่ยวกับสิ่งของ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น เกี่ยวกับพืช สิ่งมีชีวิต การเดือดของน้ำ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เป็นต้น โดยผู้สัมภาษณ์ไม่มีการประเมินว่าความคิดของเด็กนั้นจะเป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ ผู้สัมภาษณ์เพียงแต่พยายามค้นหาให้ได้ว่า "อะไรคือความคิดของเด็ก" "ทำไมเด็กจึงคิดเช่นนั้น" ถึงแม้ว่าความคิดเหล่านั้นไม่ใช่แนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก็ตาม กล่าวโดยสรุปคือ การสัมภาษณ์แบบนี้ มุ่งวิเคราะห์ความคิดแบบง่าย ๆ (alternative view) ของเด็กเล็ก ๆ เท่านั้น

การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มี 2 อย่างคือ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์

1. <u>การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ</u> (Interview-about-instances) (Osborne & Gilbert, 1980a) วิธีนี้ใช้มากในการสำรวจแนวความคิดของเด็ก ๆ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยชุดของแผนภาพ (cards) แสดงวัตถุ หรือสิ่งของต่าง ๆ ที่ต้องการจะสำรวจ หรือใช้วัตถุจริงก็ได้ ตัวอย่างเช่น การสำรวจแนวความคิดเกี่ยวกับคำว่า "พืช" (Bell, 1981a) ผู้สัมภาษณ์จะนำชุดของแผนภาพที่เป็นตัวแทนของคำว่าพืช เช่น ต้นไม้ ต้นหญ้า เมล็ดของพืช หัวของพืช (ภาพ 1) และชุดของแผนภาพที่ไม่ใช่พืชมาให้ดู แล้วถามนักเรียนว่า "ตามความหมายของคำว่าพืชที่นักเรียนทราบ สิ่งที่นักเรียนเห็นในภาพนี้จัดว่าเป็นพืชหรือไม่" หรืออาจจะถามว่า "นักเรียนจะบอกได้ไหมว่า ภาพนี้เป็นภาพของพืชหรือไม่" หรือในกรณีที่ค่อนข้างจะเป็นนามธรรม ผู้สัมภาษณ์อาจจะถามนักเรียนก่อนว่า "มีอะไรจะถามไหม ก่อนที่จะตัดสินว่าภาพนี้เป็นภาพของพืชหรือไม่" สถานการณ์ของการสัมภาษณ์จะเปิดโอกาสให้เด็กถามเพื่อความกระจ่างก่อนตอบคำถามได้ คำตอบของเด็ก ๆ อาจมีทั้งถูกและผิด ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามค้นหาเหตุผลของคำตอบต่าง ๆ



<u>ภาพ 1</u> แผนภาพตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับคำว่า พืช

นั้นด้วย โดยการถามเด็กว่า "ทำไมนักเรียนจึงกล่าวเช่นนั้น" หรือ "ทำไมนักเรียนจึงมีความเห็นว่าไม่ใช่พืช" เป็นต้น

ในขั้นต้นของการสัมภาษณ์ แผนภาพที่นำมาใช้เพื่อประกอบการสำรวจนั้นอาจมีจำนวนมากมายประมาณ 40 ภาพ แต่ หลังจากมีการสัมภาษณ์เบื้องต้นแล้วก็อาจมีการเพิ่มเติม ตัดออก หรือปรับปรุงเพื่อให้ได้ชุดของแผนภาพที่เหมาะสม

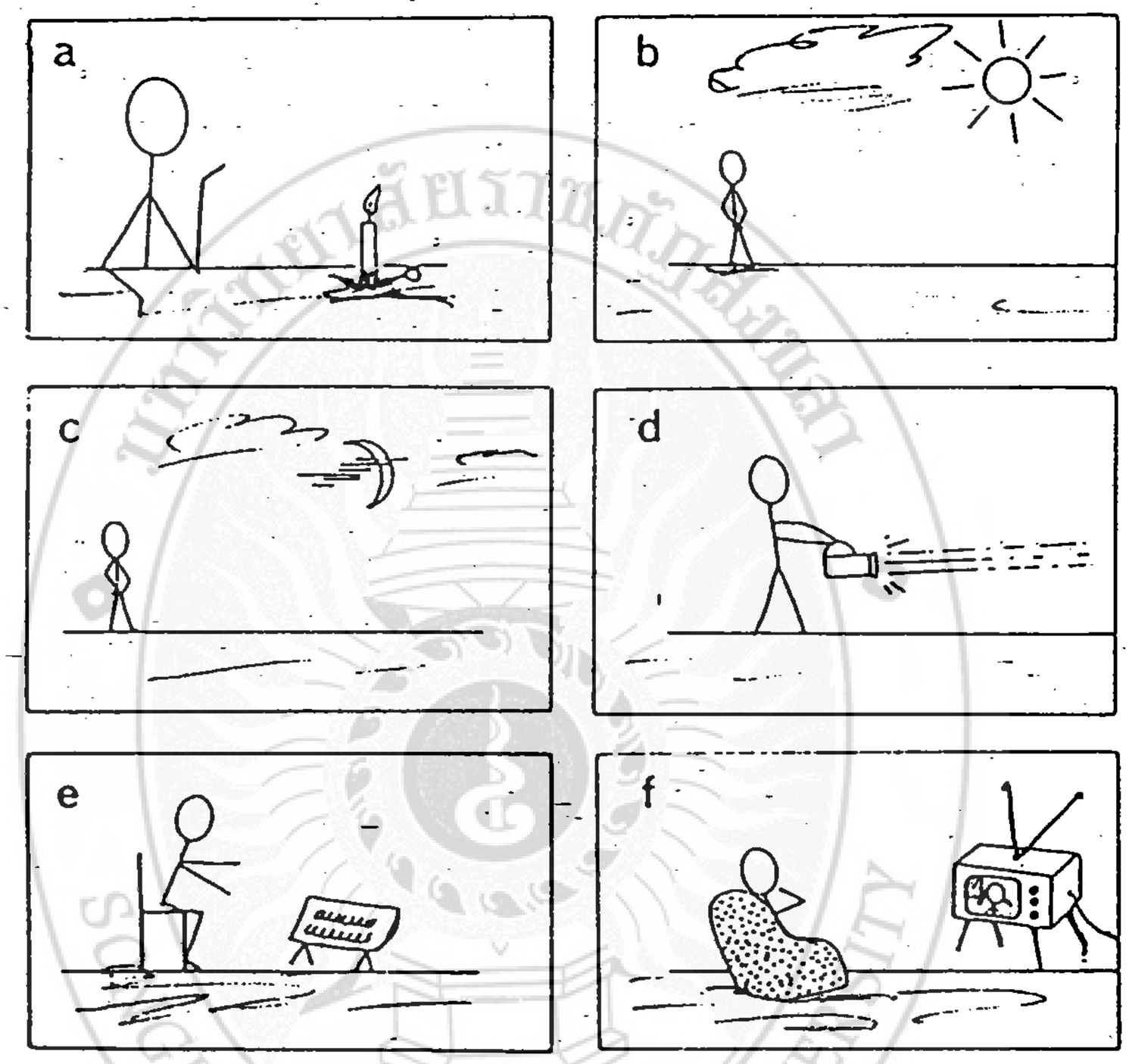
โดยปกติแล้ววิธีการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ นี้ มักใช้เวลาสัมภาษณ์ประมาณ 1/2 ชั่วโมงต่อคน โดยมีการบันทึกเทป และถอดบทสัมภาษณ์อย่างทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เขียนรายงาน

มีผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์มากมายที่ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบนี้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาเรื่องแรง โดย Osborne และ Gilbert (1980b) และโดย Gilbert, Watts และ Osborne (1982) เรื่องแรงเสียดทาน โดย Stead และ Osborne (1981a) เรื่องแรงโน้มถ่วง โดย Piburn, Baker, และ Treagust, (1988) และ โดย Stead และ Osborne (1981b) เรื่องสัตว์ โดย Bell (1981b) เรื่องสิ่งมีชีวิต โดย Stead (1980) เรื่องพลังงาน โดย Stead (1981) และเรื่องกระแสไฟฟ้า โดย Osborne (1981) เป็นต้น

2. <u>การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์</u> (Interview-about-events)

(Osborne, 1980) การสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น ปรากฏการณ์เกี่ยวกับการระเหยของน้ำ การควบแน่นของน้ำ การแผ่รังสี เป็นต้น ผู้สัมภาษณ์จะนำเสนอสถานการณ์ในลักษณะประสบการณ์ตรงโดยใช้ของจริง หรือโดยการสาธิต หรือโดยการใช้แผนภาพ (cards) ก็ได้ ตัวอย่างเช่น การสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของแสงโดยการใช้ชุดของแผนภาพต่าง ๆ ดังแสดงบางตัวอย่างใน ภาพ 2 (Stead & Osborne, 1980) ผู้สัมภาษณ์จะให้นักเรียนดูภาพแต่ละภาพแล้วถามเกี่ยวกับภาพนั้น ๆ ตัวอย่าง

เช่น เมื่อให้นักเรียนดูภาพเทียนไข (2a) ผู้สัมภาษณ์จะถามว่า "เทียนไขก่อให้เกิดแสงสว่างหรือไม่" "มีอะไรเกิดขึ้นกับแสง" และถ้านักเรียนตอบได้เหมาะสมผู้สัมภาษณ์จะถามต่อว่า "แสงเดินทางได้ไกลเท่าไร" "ระยะทางไกลเท่าไรที่คนสามารถมองเห็นเทียนไขได้" เป็นต้น



ภาพ 2 แผนภาพตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์เรื่องแสง

ตัวอย่างผลงานวิจัยที่ศึกษาโดยวิธีนี้ได้แก่ เรื่องการเปลี่ยนสถานะของน้ำ ศึกษาโดย Osborne และ Cosgrove (1983) เรื่องการละลาย ศึกษาโดย Cosgrove (1982) การเผาไหม้ และการเบ่งบาน ศึกษาโดย Schollun (1982) เรื่องดิน ศึกษาโดย Happs (1982) เป็นต้น

การสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

การสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice diagnostic test) นี้เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความเข้าใจที่ผิดพลาด (Misconceptions) เกี่ยวกับมโนมติต่าง ๆ ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี Treagust (1985) ได้เสนอลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบประเภทนี้ไว้ดังนี้

1) วิเคราะห์ดูว่า มโนมติใดที่นักเรียนอาจจะเข้าใจผิดพลาด และ ความเข้าใจผิดพลาดนั้นจะส่งผลต่อมโนมติอื่น ๆ อีกต่อไป แล้วเขียนข้อความหลักที่สำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมโนมตินั้น ๆ ตัวอย่างเช่น มโนมติเรื่อง สสาร จะมีข้อความที่แสดงแนวความคิดหลักที่สำคัญ ๆ เกี่ยวกับสสาร ดังนี้

-สสาร คือสิ่งที่สามารถครอบครองที่ว่าง (มีปริมาตร) และมีมวล (หรือน้ำหนัก)

-สสารอาจดำรงอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซได้

-สสารสามารถเปลี่ยนสถานะได้

-ทุกครั้งที่สสารมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และทางเคมี จะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ

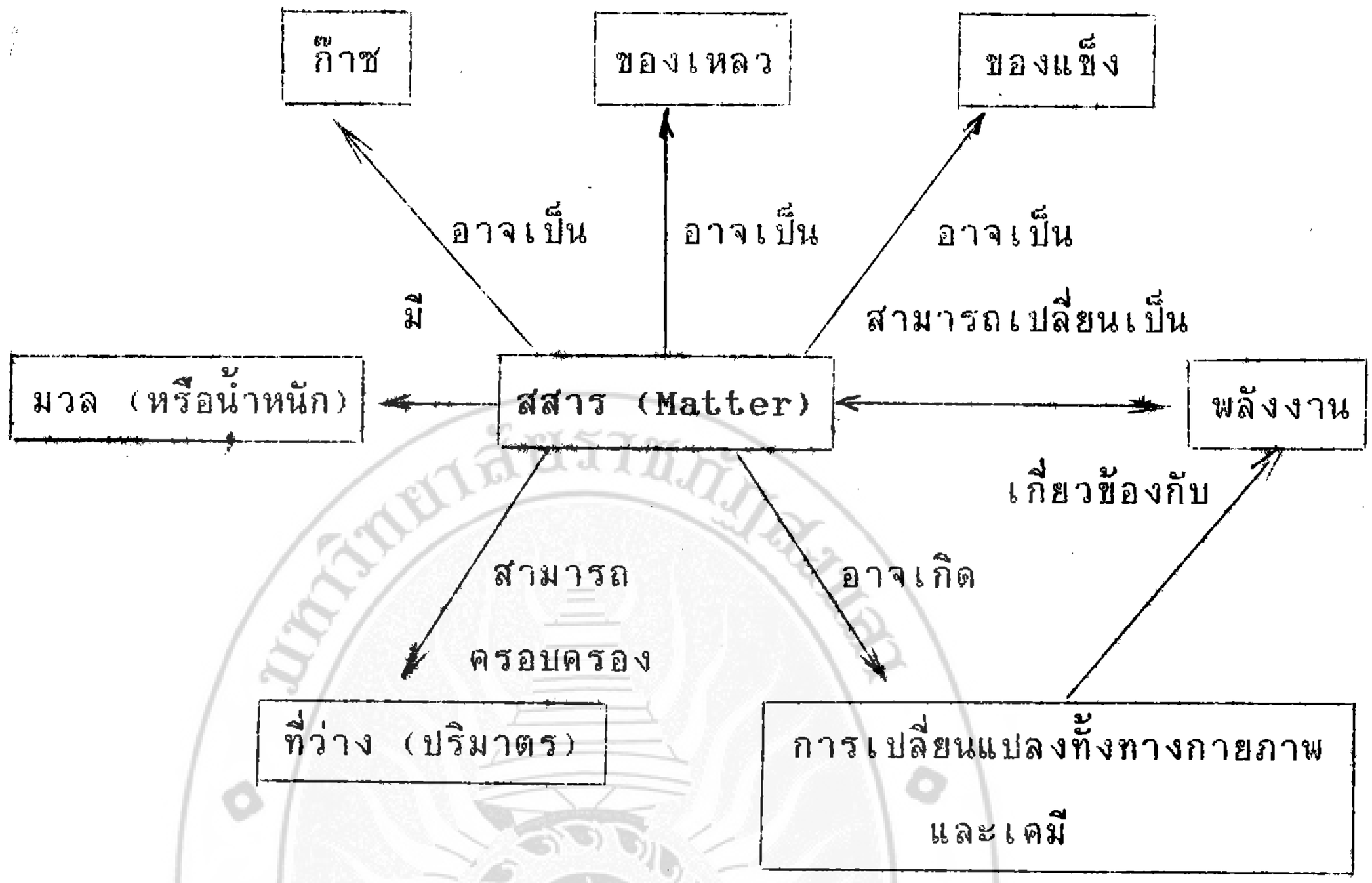
-สสารสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานได้

2) สร้างแผนภาพมโนมติ (Concept map)

แผนภาพมโนมติ เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องจากการวิเคราะห์ในข้อ 1) ดังตัวอย่างใน ภาพ 3

3) เชื่อมโยงข้อความที่แสดงแนวความคิดหลักเข้ากับแผนภาพตัวอย่างของข้อความดังกล่าว ดังที่แสดงอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมของแผนภาพมโนมติตัวอย่าง (ภาพ 3)

4) ตรวจความถูกต้องของแผนภาพมโนมติโดยนักวิชาการ หรือครูวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ข้อใดที่เกิดความขัดแย้งอาจต้องตัดออก หรือแก้ไข



ภาพ 3 แผนภาพมโนมติแสดงมโนมติหลัก เรื่องสสาร

5) ค้นเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อดูว่ามีใครศึกษาไว้บ้างแล้ว และเพื่อดูว่า มีมโนมติใดบ้างที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจผิดพลาดได้ง่าย หรือยากที่จะเข้าใจ มิใช่เลือกทำแบบสุ่มสี่สุ่มห้า

6) ทำการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวนหนึ่ง เพื่อวิเคราะห์หาแนวความคิดที่จะนำมาใช้สร้างตัวเลือกในแบบทดสอบ (หรืออาจจะใช้เทคนิคการถามแบบปลายเปิด เช่น ถามว่า สสารหมายถึงอะไร) แล้วครูก็นำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างความคิดของนักเรียน กับความคิดของครู

7) สร้างตัวเลือกจากคำตอบอิสระนั้น ข้อเลือกแต่ละข้อควรเว้นเนื้อที่ให้นักเรียนตอบเหตุผลว่า ทำไมถึงเลือกข้อนั้น

8) สร้างแบบทดสอบเพื่อการวิเคราะห์ (Two-tier diagnostic Tests) แบบทดสอบประเภทนี้จะมีองค์ประกอบสองส่วน คือ ส่วนแรกของข้อสอบเป็นคำถามวัดความรู้ ซึ่งแต่ละคำถามจะมีคำตอบแบบมีตัวเลือก 3-4 ตัวเลือก ส่วนที่สองของแต่ละคำถามเป็นการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในส่วนแรกของข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยชุดของเหตุผลที่เป็นไปได้ ประมาณ 4 เหตุผล เพื่อสนับสนุนตัวเลือกในส่วนแรก ตัวเลือกของเหตุผลนี้สร้างมาจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน จากคำถามแบบปลายเปิด หรือจากเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อควรระวังคือ ไม่ควรสร้างตัวลวงโดยยึดความคิดของครูเป็นหลัก เพราะความคิดของผู้ใหญ่มักจะแตกต่างจากความคิดของเด็ก ตัวอย่างข้อสอบประเภทนี้ ได้แก่

คำถามส่วนแรก: สิ่งใดต่อไปนี้ จัดว่าเป็นสสาร

ก. ไฟ

ข. กลิ่น

ค. อากาศ

ง. ความร้อน

คำถามส่วนที่สอง: เหตุผล

ก. สัมผัสได้

ข. ต้องการที่อยู่

ค. มีน้ำหนัก และมีปริมาตร

ง. มองเห็นได้ และสัมผัสได้

นักเรียนจะต้องตอบถูกทั้งสองส่วนจึงจะถือว่ามีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้น ถ้านักเรียนตอบคำถามส่วนแรกถูกเพียงส่วนเดียวอาจจะแปลความได้ว่านักเรียนมีความรู้ แต่ไม่เข้าใจ หรือเข้าใจผิดพลาด (Misconception) แต่ถ้านักเรียนตอบผิดทั้งสองส่วนแสดงว่านักเรียนไม่มีความรู้และไม่เข้าใจในเรื่องนั้น

9) สร้างตารางวิเคราะห์ (specification grid) เพื่อดูว่าข้อความที่แสดงแนวความคิดหลักที่ปรากฏในแผนภาพมโนมตินั้นถูกนำมาสร้างแบบสอบถามครอบคลุมหมดแล้วยัง

10) ปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยทดลองใช้กับนักเรียนต่างกลุ่ม เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้สามารถใช้วิเคราะห์ความเข้าใจที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมตินั้น ๆ ได้อย่างแท้จริง

ความคิดเกี่ยวกับสสารและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสสารของนักเรียน (Children's Ideas about Matter and Phenomena Related to Matter)

การศึกษาความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เพิ่งจะได้รับความสนใจจากนักการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานี้เอง ดังนั้นการศึกษาความคิดความเข้าใจเรื่องสสารจึงยังมีไม่มากนัก

Osborne และ Cosgrove (1983) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับสถานะของน้ำ และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น การระเหย การควบแน่น การเดือด และการหลอมเหลวของน้ำแข็งของนักเรียนอายุ 8-17 ปี จำนวน 43 คน จากหลาย ๆ ห้องเรียน ในแต่ละห้องเรียนนั้น ครูเป็นผู้คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าเกณฑ์ปานกลางเล็กน้อย โดยมุ่งศึกษาว่า นักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำเดือด น้ำระเหย และน้ำควบแน่น และสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำแข็งเกิดการละลาย วิธีการก็คือ ผู้สัมภาษณ์จะนำเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับน้ำแข็งละลาย น้ำเดือด น้ำควบแน่น และระเหย ให้นักเรียนตเป็นรายบคคลในขณะที่สัมภาษณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสาธิตปรากฏการณ์เป็นอุปกรณ์ในครัวเรือนที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น ใช้กาต้มน้ำไฟฟ้าต้มน้ำให้เดือดเป็นต้น ในแต่ละเหตุการณ์ ผู้สัมภาษณ์จะถามนักเรียนให้อธิบายว่า นักเรียนเห็นอะไรเกิดขึ้น แล้วให้อธิบายตามทรรศนะของนักเรียนเองว่ามันเกิดอะไรขึ้น เวลาที่ใช้สัมภาษณ์แต่ละคนประ

มาณ 30 นาที โดยมีการบันทึกเทป และวิเคราะห์ หลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ นอกจากนี้ Osborne และ Cosgrove ได้ศึกษาติดตามผลอีกครั้งเพื่อความชัดเจน โดยใช้เทคนิคการเขียนตอบ (Pencils and Paper Survey Technique)

จากการศึกษา Osborne และ Cosgrove สรุปได้ว่า

1) นักเรียนมีความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำแตกต่างจากความคิด ความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ และบางครั้งดูเหมือนว่าความคิดความเข้าใจเหล่านี้จะมีอิทธิพลก่อให้เกิดผลที่ไม่ตั้งใจอันเนื่องมาจากการสอนวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2) นักเรียนที่มีอายุมากก็อาจจะมีความคิดความเข้าใจคล้ายเด็กที่มีอายุน้อยกว่าทั้ง ๆ ที่เด็กที่มีอายุมากกว่าได้ผ่านการเรียนในชั้นเรียนมาก่อนแล้ว

3) ถึงแม้ความคิดความเข้าใจของนักเรียนจะพัฒนาไปตามอายุ แต่ความคิดบางอย่างที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์จะปรากฏให้เห็นในเด็กนักเรียนที่มีอายุมากกว่านักเรียนที่มีอายุน้อยกว่า เช่น นักเรียนอายุ 15 ปี จำนวนมากกว่านักเรียนอายุ 12 ปี ที่ตอบว่า เมื่อน้ำเดือด น้ำจะเปลี่ยนเป็นออกซิเจน และ ไฮโดรเจน

Stavy (1990) ได้วิเคราะห์ความคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารจากของเหลว หรือของแข็งไปเป็นก๊าซ และการผันกลับของกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะดังกล่าวของเด็กนักเรียนที่มีอายุอยู่ในช่วง 9-15 ปี ในการศึกษานี้ Stavy มุ่งศึกษาด้วยว่าความรู้ชนิดใดของนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ของเขา กลุ่มตัวอย่างที่ Stavy ใช้ศึกษา คือ เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 6 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ในแต่ละระดับชั้น โดยใช้เทคนิคการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลเพื่อดูความสามารถในการอธิบายว่า สสารทรงอยู่ได้อย่างไร ชี้บ่งว่าสิ่งนั้นเป็นสสารได้อย่างไร และสสารเปลี่ยนน้ำหนักได้อย่างไรในกระบวนการระเหยของอะซิโตน และในกระบวนการระเหิดของไอโอดีนในหลอดทดลองที่ปิด

สนิท จากข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากการสัมภาษณ์นี้ Stavy สรุปความคิดเกี่ยวกับสสารของนักเรียนออกมาได้หลายประการ ดังนี้

1) นักเรียนมีความคิดว่า ก๊าซ และของเหลวไม่ใช่สสาร

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสสารของนักเรียนที่อายุต่าง ๆ มีหลากหลาย ซึ่งรวมถึงความเข้าใจที่ว่า สสารจะต้องเป็นของเหลวก่อนที่จะกลายเป็นก๊าซได้

3) เด็กรับรู้ว่า สสารประกอบด้วยส่วนที่เป็นหลัก คือตัววัตถุ และส่วนที่เป็นสมบัติ เช่น สี กลิ่น การติดไฟ และน้ำหนักเป็นต้น

4) ส่วนที่เป็นสมบัติอาจจะแยกออกจากส่วนที่เป็นวัตถุได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสสารเกิดการเปลี่ยนแปลง

5) สสารคงอยู่เมื่อสามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาเท่านั้น และ

6) นักเรียนรับรู้ว่า น้ำหนักไม่ใช่สมบัติภายในของสสาร สสารยังคงมีอยู่แม้ปราศจากน้ำหนัก หรือน้ำหนักอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อสสารเปลี่ยนสถานะ

จากผลการศึกษาของเขา และการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสสาร Stavy (1990) ได้วิจารณ์ว่า นักเรียนมักไม่ได้ใช้ความสามารถเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาดังตัวอย่างในกรณีของปัญหาที่เกี่ยวกับการทรงของสสาร นอกจากนี้ Stavy ยังได้สรุปอีกว่า เมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหาที่แตกต่างจากความรู้ของเขา นักเรียนจะใช้ความรู้ที่ได้มาจากประสบการณ์ และการรับรู้ของเขามากกว่าใช้ความรู้ประเภทอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา และเมื่อใดก็ตามที่นักเรียนใช้ความรู้ของเขาในการแก้ปัญหา นักเรียนจะไม่นำความสามารถทางตรรกะมาใช้ ข้อความนี้ค่อนข้างจะเป็นจริงที่สุดสำหรับเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 12 ขวบ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การรับรู้เกี่ยวกับโลกของนักเรียนจะเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัวแล้วแต่ประสบการณ์ของแต่ละคนด้วย

Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer, และ Blakeslee (1990) พยายามศึกษาความเข้าใจที่นักเรียนใช้ในการอธิบายธรรมชาติ และ

โครงสร้างของสสาร และโมเลกุล โดยสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน จาก 4 ห้องเรียนก่อนมีการเรียนการสอน โดยผู้สัมภาษณ์จะให้นักเรียนบรรยาย และอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้ 1) ธรรมชาติ และสถานะของสสาร 2) การขยายตัว และหดตัวของก๊าซ 3) การเปลี่ยนสถานะ 4) การละลาย และ 5) การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนในระดับมหัพภาค และระดับโมเลกุล คำตอบของนักเรียนจะถูกวิเคราะห์ และจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ 1) เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์ 2) เข้าใจมโนมติเพียงบางส่วน และ 3) ไม่เข้าใจ หรือเข้าใจผิดพลาด (Misunderstand)

จากผลการศึกษาของ Lee et al. (1990) ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากยังมีความเข้าใจผิดพลาดเกี่ยวกับสสารในระดับมหัพภาค และมีความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับสสารในระดับโมเลกุล นอกจากนี้ Lee et al. ชี้ให้เห็นตัวอย่างความเข้าใจที่ผิดพลาดอีกหลายอย่าง เช่น 1) นักเรียนจะมีความคิดว่าสสาร คือสิ่งใดก็ตามที่เขาสามารถสัมผัสได้ หรือมองเห็นได้ จากความเข้าใจเช่นนี้ จึงเป็นเหตุให้นักเรียนไม่จัดก๊าซว่าเป็นสสาร 2) พบว่ามีความสับสนระหว่าง ก๊าซ และรูปของพลังงาน เช่น ความร้อน และแสงซึ่งสามารถมองเห็นสัมผัสได้ 3) ความเข้าใจผิดพลาดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทรงของสสารในระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับโมเลกุล มีนักเรียนหลายคนไม่เคยได้ยินคำว่าโมเลกุล เมื่อถามให้อธิบายคำว่า สสาร ในระดับจุลภาค นักเรียนจะอธิบายโดยใช้คุณสมบัติที่สังเกตได้ เช่น ผงธุลีของขี้ฝุ่นในอากาศ ส่วนนักเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับโมเลกุลมาแล้วก็ยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด โดยตอบว่า โมเลกุลอยู่ในสสาร ซึ่งเป็นความคิดที่ตรงกันข้ามกับความคิดที่ว่า สสารประกอบด้วยโมเลกุล ด้วยเหตุนี้จึงมีนักเรียนหลายคนเชื่อว่า ช่องว่างระหว่างโมเลกุลจะถูกบรรจุด้วยของอย่างอื่น เช่น อากาศ

Bar และ Travis (1991) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารจากของเหลวไปเป็นก๊าซของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1-9 (อายุ 6-14 ปี) โดยการให้นักเรียนตอบคำถามทั้งปากเปล่า และการเขียนตอบ แบบทดสอบที่ใช้มี 3 ชนิด คือ 1) แบบทดสอบปากเปล่าชนิดปลายเปิด โดยถามเป็นรายบุคคล 2) แบบทดสอบโดยการเขียนตอบแบบเลือกตอบ และ 3) แบบทดสอบโดยการเขียนตอบชนิดปลายเปิด Bar และ Travis ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องใช้วิธีการทดสอบทั้ง 3 วิธีนี้ว่า ขึ้นอยู่กับความจริงที่ว่า "วิธีการทดสอบที่แตกต่างกันอาจทำให้มีผลแตกต่างกันได้" โดยอ้างว่า จากการศึกษาก่อน ๆ พบว่า วิธีทดสอบเด็กเล็ก ๆ จนถึงเด็กอายุ 9 ขวบ ที่เชื่อถือได้มากที่สุด คือ การสัมภาษณ์ปากเปล่าเป็นรายบุคคล (Bar, 1987; Brainerd, 1974) สำหรับเหตุผลที่ต้องใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบก็เพราะแบบทดสอบนี้เหมาะที่จะใช้วิเคราะห์ความเข้าใจที่ผิดพลาด (Misconceptions) ได้ดี ส่วนการใช้แบบทดสอบแบบปลายเปิดนั้นมีจุดประสงค์หลัก คือ ต้องการจะศึกษาว่า 1) ผลที่แตกต่างกันอันเนื่องมาจากการทดสอบแบบปากเปล่าชนิดปลายเปิด และแบบเลือกตอบนั้นเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างคำถามแบบปลายเปิดหรือแบบปลายปิดอย่างเดียวหรือไม่ 2) ผลแตกต่างที่ได้นั้นมีสาเหตุมาจากการทดสอบแบบปากเปล่า หรือแบบข้อเขียนหรือไม่ และ 3) ผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเรื่องที่ถาม หรืออายุที่ต่างกันหรือไม่

จากการศึกษาของเขา Bar และ Travis (1991) พบว่า นักเรียนจะถูกชักนำให้เลือกตอบข้อผิดได้เมื่อมีข้อเลือกที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นข้อถูกให้เลือกในแบบทดสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนจำนวนมากประสบกับความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ถึงแม้ว่าเขาเหล่านั้นอาจมีระดับความรู้ที่เพียงพอแล้วก็ตาม จากผลที่ได้ทำให้ Bar และ Travis ย้ำถึงความจำเป็นที่ครูจะต้องอธิบายสถานการณ์ ประสบการณ์เฉพาะอย่าง โดยใช้รูปแบบที่ชัดเจน และสัมพันธ์กัน พร้อมกันนั้น Bar และ Travis ก็ได้แนะวิธีที่จะลดความเข้าใจที่ผิดพลาด และวิธีที่จะเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนอีกด้วย

เมื่อไม่นานมานี้ Stavy (1991) ได้ศึกษาความคิดเกี่ยวกับสสารของนักเรียนเกรด 1, 3, 5 และ 7 (สอดคล้องกับเด็กอายุ 6-7, 8-9, 10-11, และ 12-13 ปี) ในกรุงเทลาวีฟ ประเทศอิสราเอล โดยให้นักเรียนอธิบายปากเปล่าเกี่ยวกับความหมายของคำว่าสสาร และให้นักเรียนจำแนกสิ่งที่ผู้สัมภาษณ์นำมาให้ดูว่า สิ่งใดเป็นสสาร และสิ่งใดที่ไม่ใช่สสาร จุดประสงค์หลักของการศึกษานี้คือ ต้องการจะวิเคราะห์การพัฒนาโนมติเกี่ยวกับสสารของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ Stavy นำมาศึกษาประกอบด้วยเด็กนักเรียนดังกล่าว 4 กลุ่ม กลุ่ม ละ 20 คน ในแต่ละระดับชั้น รวมทั้งสิ้น 80 คน ผู้สัมภาษณ์จะสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้สัมภาษณ์จะนำวัสดุ หรือแสดงปรากฏการณ์ให้นักเรียนดูประกอบการสัมภาษณ์ จากการศึกษานี้ Stavy สรุปว่า เมื่อให้นักเรียนอธิบายความหมายของคำว่าสสาร ดูเหมือนว่า นักเรียนมีแนวโน้มที่จะให้ความหมายของคำว่าสสารโดยการยกตัวอย่าง หรือโดยการอธิบายหน้าที่ของสสาร แต่ไม่ให้ความหมายโดยการบรรยายลักษณะของสสาร Stavy สรุปว่า รูปแบบความเข้าใจเกี่ยวกับสสารของนักเรียนเกี่ยวข้องกับวัตถุที่มีตัวตน หรือวัตถุที่เป็นของแข็งที่มีประโยชน์ เช่น พลาสติก ดินเหนียว ชิเมนต์ หรือเหล็กเป็นต้น รูปแบบนี้จะคงอยู่ในนักเรียนจนถึงเกรด 7 สำหรับเด็กตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไปเริ่มคิดถึงสสารในแง่ของโครงสร้าง และคุณสมบัติ แต่มีนักเรียนเกรด 7 เพียง 10 % ที่สามารถเชื่อมโยงคุณสมบัติน้ำหนักและปริมาตรของสสารซึ่งตรงกับความหมายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จากการให้นักเรียนจำแนกสิ่งที่ผู้สัมภาษณ์นำมาให้ดูว่าเป็นสสาร หรือไม่ใช่สสาร Stavy พบว่าความสามารถในการจำแนกนี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยที่เด็กเล็ก ๆ จะมีความคิดเกี่ยวกับสสารน้อยมาก กล่าวคือ เด็กกลุ่มนี้จะมีความคิดว่า ของแข็งบางชนิด ของเหลวส่วนใหญ่ วัสดุทางชีวภาพส่วนใหญ่ และก๊าซไม่ใช่สสาร ภายในเกรด 7 นักเรียนส่วนใหญ่จะรับรู้ว่า ของแข็ง ของเหลว วัสดุทางชีวภาพ เป็นสสาร และจะไม่จำแนกพวกที่เป็นสสารให้อยู่ในกลุ่มที่ไม่ใช่สสาร แต่ก็ยังมีปัญหาในการจำแนกก๊าซ และปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์กับสสาร

เมื่อไม่นานมานี้ ในประเทศอิตาลี Bargellini, Mannelli, Lardicci และ Raspi (1992) ได้ศึกษาความคิดอย่างง่าย ๆ เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารของนักเรียนอายุ 11-14 ปี จำนวน 352 คน โดยใช้แบบสอบถามแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วบข้อคำถาม 13 คำถาม นอกจากนี้ Bargellini et al. ยังได้ถามนักเรียนจำนวนเดิมให้แสดงและแปลความเกี่ยวกับโครงสร้างของสสาร และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับสสารอีกด้วย ผลการศึกษาสรุปว่า เด็กนักเรียนยังมีความสับสนอย่างมากระหว่างมโนมติที่ต่างกัน คือ ระหว่างการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และปฏิกิริยาเคมี ปรากฏการณ์เช่นนี้ยังปรากฏชัดเจนแม้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยการทดลองเกี่ยวกับเรื่องนี้มาแล้วก็ตาม

สรุป

เด็กเล็ก ๆ มักจะเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยมีการนำข้อมูลที่ได้ใหม่มาสัมพันธ์กับกรอบโครงสร้างทางความคิดที่เขามีอยู่ แล้วพัฒนาเป็นกรอบโครงสร้างทางความคิดของเขาขึ้นมาใหม่ ซึ่งความคิดนี้มักเป็นความคิดแบบง่าย ๆ (Alternative views) และมักจะไม่สอดคล้องกับความคิดที่เป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific views) ดังนั้น เมื่อนักเรียนเข้ามาสู่โรงเรียน เขามิได้มาในลักษณะที่สมองว่างเปล่า เขาอาจนำความคิดในเรื่องนั้น ๆ ตามแบบของเขาติดตัวมาด้วย จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะวิเคราะห์ให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนใหม่นั้นอย่างไรโดยอาศัยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ หรือการถามด้วยคำถามแบบปลายเปิด

สำหรับการศึกษาความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสสารของนักเรียนนั้น ได้มีผู้ศึกษาไว้หลายคน ผลการศึกษาที่น่าสนใจก็คือ ถึงแม้การพัฒนาความคิดเกี่ยวกับสสารของนักเรียนจะพัฒนาตามอายุ แต่ก็พบว่ายังมีนักเรียนอีกไม่น้อยที่มีอายุมาก

หอสมุดมหาวิทยาลัยครูสงขลา
SONGKHLA TEACHERS COLLEGE LIBRARY

และผ่านการเรียนในเรื่องนี้มาแล้ว กลับมีความคิดเกี่ยวกับสสารไม่ถูกต้องมากกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า และเรียนมาน้อยกว่าด้วย นอกจากนั้นยังพบว่ามีนักเรียนจำนวนมากที่ผ่านการเรียนเรื่องสสารมาแล้ว มีความคิดว่า สสารจะต้องมีตัวตน มองเห็นได้ และสัมผัสได้ และมีปัญหาในการรับว่าอากาศ หรือก๊าซเป็นสสาร

ว
372.35
ธ 35 ส

87423