

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการสอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ ในเนื้อหาหน่วยที่ 3 หน่วยย่อยที่ 3 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 ความคงทนในการเรียนรู้
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับความหมายของ วิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอความหมายของวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษา หลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524) ได้ให้ความหมายของ วิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ที่มีการจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นแบบแผน และยังหมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุพัฒน์ ชวนสนิท และคณะ (2530) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์" มีความหมายอยู่สองนัย ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดค้นหาเหตุอย่างเป็นระบบที่เชื่อถือได้ หรือ เราอาจเรียกว่า วิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นกระบวนการ หรือ Science as a process
2. วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ และความจริงที่มนุษย์ค้นพบ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาประมวลไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้คนรุ่นต่อไป ได้ศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเราเรียกว่า องค์ความรู้สากลของมวลมนุษย์ หรือเป็น Universal Body of knowledge ได้แก่ บรรดาความรู้ทั้งหลายที่รวบรวมไว้เป็นระบบ วิชาต่าง ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา เป็นต้น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น ๆ ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผน และตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

สมชัย โกมล (2532) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาที่ใช้ศึกษาเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และประกอบด้วยองค์ประกอบสองส่วน คือ เนื้อหาและกระบวนการ ซึ่งเนื้อหาหรือตัวความรู้วิทยาศาสตร์นั้น เกิดจากประสบการณ์โดยการให้ประสาธน์สัมผัสแล้วใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบหรือตัวความรู้ออกมา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

สุภาสินี สุภธีระ (2535) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง การค้นพบปรากฏการณ์ของธรรมชาติหรือตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยมีวิธีการแสวงหาความรู้ที่เป็นกระบวนการ

ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วสะสมเป็นองค์ความรู้และกระบวนการไว้อย่างเป็นระบบ

2.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มนุษย์เรารับรู้ (Perceive) สิ่งแวดล้อมและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และ เครื่องมือช่วยประสาทสัมผัสทำให้เกิดการรับรู้ (Perception) เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น (สุวัฑฒ์ นิยมคำ, 2531 ; สุภาสินี สุภธีระ, 2535) ในการค้นหาคำตอบเขาจะตั้งคำถามตนเองอยู่ 3 ข้อ คือ

1. มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง (What Question) คำถามข้อนี้จะทำให้ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่เกิดขึ้นตามสภาพที่เป็นจริง นักวิทยาศาสตร์จะต้องสังเกตและบันทึกข้อมูลไว้ เรียกว่า Empirical Data สำหรับนำไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นความรู้ต่อไป

2. มันเกิดขึ้นได้อย่างไร (How Question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเกิดก่อนหลัง มีกระบวนการอย่างไร นอกจากนี้ยังบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

3. ทำไมมันจึงเกิดขึ้น (Why Question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยอาจสร้างเป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น ทำไมเหล็กเมื่อเป็นแม่เหล็กจึงมีอำนาจดึงดูด ก็จะทำให้เกิดทฤษฎีแม่เหล็กแม่เหล็กขึ้น

จะเห็นได้ว่าคำถามทั้ง 3 คำถามนี้ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้คำตอบของปัญหา ได้ค้นพบความจริงของธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ถ้าจะลำดับขั้นตอนของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ก็จะได้ 3 ขั้นตอน คือ

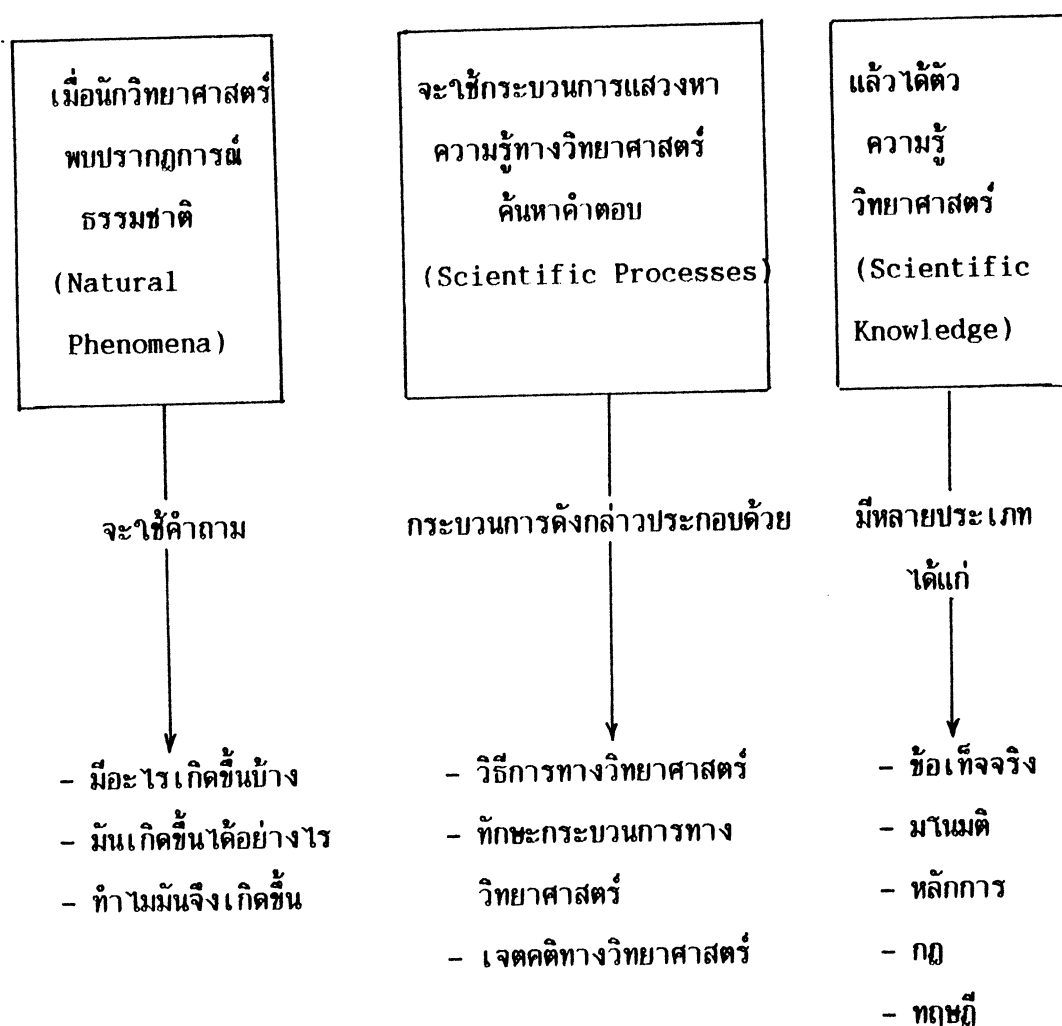
ขั้นที่ 1 เป็นการค้นพบปรากฏการณ์ของธรรมชาติโดยผ่านประสาทสัมผัสเพื่อตอบคำถามว่า มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง มันเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมมันจึงเกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 เป็นการค้นหาคำตอบ โดยนักวิทยาศาสตร์จะใช้กระบวนการเฉพาะอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า "กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์" แม้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่นำไปใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะร่วมที่คล้ายกันอยู่บ้างทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้เป็นแนวทางในการแสวงหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้ เรียกว่า "วิธีการทางวิทยาศาสตร์" อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเรามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ขั้นที่ 3 เป็นคำตอบของปัญหา หรือของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นตัวความรู้วิทยาศาสตร์

ถ้าจะเขียนแผนภูมิของการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จะเป็น ดังนี้



จากแผนภูมิจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการค้นหาความจริงในธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เฉพาะตัวความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมถึงกระบวนการที่ได้ความรู้ขึ้นมาด้วย

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดขอนแก่น, 2538)

การจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผู้จำแนกไว้ต่าง ๆ กัน ในที่นี้จะจำแนกตามแนวของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science หรือ AAAS) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ และจำแนกเป็นทักษะต่าง ๆ รวม 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) ได้แก่

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การวัด
- 1.3 การจำแนกประเภท
- 1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา
- 1.5 การใช้ตัวเลข
- 1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล
- 1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 1.8 การพยากรณ์

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน (Integrated Process Skills)

- 2.1 การตั้งสมมติฐาน
- 2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.4 การทดลอง
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. การสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการบอก

ปริมาณโดยการกะประมาณด้วยประสาทสัมผัส ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจึงมีทั้งข้อมูล

เชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่บรรยายถึงลักษณะ หรือสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้โดยประสาทสัมผัส

ข้อมูลการสังเกต เป็นข้อมูลที่บอกขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ โดยการใช้ประสาทสัมผัสกะประมาณ

ทักษะเชิงปริมาณ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสหาข้อมูล จากวัตถุสิ่งของ หรือเหตุการณ์ได้อย่างละเอียดในเวลารวดเร็ว ด้วยความระมัดระวังอันตราย รวมทั้งการบรรยายหรือบันทึกที่สังเกตได้ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต

การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการสังเกตนั้น นอกจากบอกให้นักเรียนสังเกตโดยตรงแล้ว ครูอาจกระตุ้นหรือชักนำให้นักเรียนสังเกต และบรรยายสิ่งที่จะสังเกตโดยการใช้คำถามหรือให้ทำกิจกรรมพร้อมกับการใช้คำถาม

คำถามที่จะนำให้นักเรียนสังเกต หรือคำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต ศึกษาได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	แตงกวาผลนี้สีอะไร	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ
2	รูปร่างของผลแตงกวาเป็นอย่างไร	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ บอกลักษณะ
3	เมื่อใช้นิ้วตัดผลแตงกวามีอะไรเกิดขึ้น	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ
4	ผลแตงกวายาวประมาณเท่าไร	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ (กะประมาณ)
5	ผลแตงกวาหนักประมาณเท่าไร	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ สมบัติเชิงประมาณ

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
6	แต่งความมีรสเป็นอย่างไร	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ
7	ขณะที่กัดและเคี้ยวแต่งความมีอะไรเกิดขึ้น	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ บอกลักษณะ
8	แต่งความมีกลิ่นหรือไม่	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ
9	เมื่อไรจะกลืนบ่น ขึ้นแต่งความมีการเปลี่ยนแปลง	บอกข้อมูลเชิงคุณภาพ บอกการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

1. เลือกเครื่องมือและบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือด้วย
2. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
3. ทำการวัดและระบุหน่วยของตัวเลขที่ใช้ในการวัด

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการวัด

การฝึกทักษะการวัด นอกจากจะทำกิจกรรมดังตัวอย่างแล้ว ครูอาจใช้คำถามกระตุ้น หรืออาจใช้คำถามควบคู่กับการทำกิจกรรมได้ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	จากเครื่องมือที่ครูจัดไว้ให้นักเรียนนี้ นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมืออะไรวัด (ความยาวรอบผล/น้ำหนัก/ปริมาตร)	เลือกเครื่องมือวัด
2	ทำไมนักเรียนจึงเลือกใช้..... วัด.....ของผลแดงกวา	บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด
3	หาคำตอบ (ความยาวรอบผล/น้ำหนัก/ ปริมาตร) ของผลแดงกวมี่ค่าเท่าไร	ลงมือวัด
4	ค่าที่นักเรียนตอบมีหน่วยเป็นอะไร	บอกหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด
5	ทำอย่างไรจึงจะทำให้ค่าที่นักเรียนวัดได้ แต่ละอย่างเชื่อถือได้มากที่สุด	บอกวิธีทำให้ได้ค่าจากการวัดที่ ผิดพลาดน้อยลง

3. การจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ โดยอาจใช้
เกณฑ์ของตนเอง หรือเกณฑ์ของผู้อื่นกับบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ

เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวก อาจเป็นสี รูปร่าง ขนาด ประโยชน์ ประเภทของการใช้
งาน วัสดุที่ใช้ทำ และสมบัติอื่น ๆ

หากเป็นสิ่งมีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้ อาจเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ และอื่น ๆ

เกณฑ์ที่ใช้ในการเรียงลำดับ อาจเป็นความกว้าง ความยาว ความสูง ขนาดเส้น
รอบรูป และอื่น ๆ

ทักษะการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ
ได้ถูกต้อง และรวดเร็ว โดยใช้เกณฑ์ของตนเองและเกณฑ์ของผู้อื่น รวมทั้งการบอกเกณฑ์ที่
ผู้อื่นแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็วด้วย

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท

การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการจำแนกประเภทนั้น นอกจากการให้นักเรียนแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ของตนเอง เกณฑ์ของผู้อื่นหรือบอกเกณฑ์ผู้อื่นใช้ในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งของแล้ว ครูยังอาจกระตุ้นหรือชักนำให้นักเรียนแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ โดยการใช้คำถามหรือให้ทำกิจกรรมพร้อมกับการใช้คำถาม

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท ศึกษาได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	เมล็ดพืชที่ครูแบ่งพวกไว้แบ่งไว้อย่างไร	บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ ไว้
2	ถ้าจะแบ่งพวกเมล็ดพืชเหล่านี้ตามรูปร่างจะแบ่งได้อย่างไร	แบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด
3	กระดาษสีที่ครูเรียงลำดับไว้เรียงไว้อย่างไร	บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ ไว้
4	ถ้าจะเรียงลำดับกระดาษสีจากชั้นที่สั้นที่สุดไปยังชั้นที่สูงที่สุดหรือยาวที่สุด โดยใช้ชั้นที่ยาวเท่ากันอยู่ติดกันจะเรียงได้อย่างไร	เรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด
5	ถ้าจะเรียงลำดับกระดาษสีด้วยวิธีอื่น ๆ โดยให้แตกต่างจากวิธีที่ได้ทำแล้ว จะเรียงลำดับได้อย่างไรอีกบ้าง	เรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเอง

4. การใช้ตัวเลข

การใช้ตัวเลข หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย และอื่น ๆ

ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้อย่าง

รวดเร็ว และถูกต้อง

1. นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ
2. บอกวิธีคำนวณ การคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณ
3. หาค่าเฉลี่ย

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการใช้ตัวเลข

การฝึกทักษะการใช้ตัวเลข นอกจากกิจกรรมการฝึกทักษะการใช้ตัวเลขแล้ว ครูอาจใช้คำถามควบคู่การปฏิบัติ โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้คิดตอบคำถามไปด้วย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	จำนวนเมล็ดแตงกวาในแวนที่ 1 มีจำนวนเท่าไร	นับจำนวน
2	จำนวนเมล็ดแตงกวาในแวนที่ 2 มากกว่าหรือน้อยกว่าแวนที่ 1 เท่าไร	เปรียบเทียบมากกว่า น้อยกว่าเท่าไร
3	เมล็ดแตงกวาทั้ง 5 แวน รวมกันมีจำนวนเท่าไร	บวก
4	ถ้าจะหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดแตงกวาในแต่ละแวนจะทำได้อย่างไร	บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย
5	แต่ละกลุ่มหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดแตงกวาได้เท่าไร	คิดค่าเฉลี่ย
6	ถ้าตัดแตงกวาหนา 2 ซม. จะมีจำนวนเมล็ดเท่าไร	คิดคำนวณ

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

มิติ โดยทั่วไป หมายถึงที่ว่าง และมิติของวัตถุใด ๆ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นเข้าไปครอบครองอยู่ จึงมีรูปร่างเหมือนรูปร่างของวัตถุนั้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างกับรูปร่างของวัตถุ นอกจากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไปที่ว่างและรูปร่างอาจมีการเปลี่ยนแปลง จึงต้องหาความสัมพันธ์ระหว่าง มิติกับมิติ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา เป็นสิ่งที่จะต้องเข้าใจอยู่ตลอดเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ หมายถึง ความสามารถในการทำกิจกรรมต่อไปนี้ได้

1. บอกจำนวนมิติของรูป และรูปทรงต่าง ๆ ได้ว่าเป็น 2 มิติ หรือเป็น 3 มิติ
2. บอกชื่อรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ
3. บอกชื่อรูป 2 มิติ ที่เป็นรอยตัดของรูปทรง 3 มิติ
4. บอกชื่อรูปทรง 3 มิติ ที่เกิดจากการหมุนรูป 2 มิติ
5. บอกตำแหน่ง ซ้าย ขวา ของวัตถุจากภาพในกระจกเงา
6. บอกตำแหน่งและทิศทางของสถานที่ต่าง ๆ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการทำกิจกรรมต่อไปนี้ได้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่กับเวลา
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาตรของวัตถุกับเวลา

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
1	กิจกรรม : ให้นักเรียนสังเกตสิ่งของที่อยู่นิ่ง หน้าชั้นเรียน โต๊ะอยู่ทางขวา หรือทางซ้ายของครูมีอะไร ใต้โต๊ะ	บอกตำแหน่ง
2	กิจกรรม : ให้นักเรียนสังเกตเทียนไขที่ครู จุดไว้บนโต๊ะ ถ้าจุดเทียนไขทิ้งไว้ 10 นาที เทียนไขจะ เปลี่ยนแปลงอย่างไร	มิติกับเวลา
3	กิจกรรม : ให้นักเรียนสังเกตขนาดของโต๊ะ อาหารและขนาดของประตู ถ้าจะยกโต๊ะอาหารหน้าห้องเข้ามาจัดเลี้ยง ในห้องโดยไม่เอียงโต๊ะได้หรือไม่	มิติของสิ่งหนึ่งสัมพันธ์กับมิติของ อีกสิ่งหนึ่ง

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือการคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแสดง พฤติกรรมต่อไปนี้

1. เลือกรูปแบบและบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

2. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
3. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
4. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด

จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5. บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

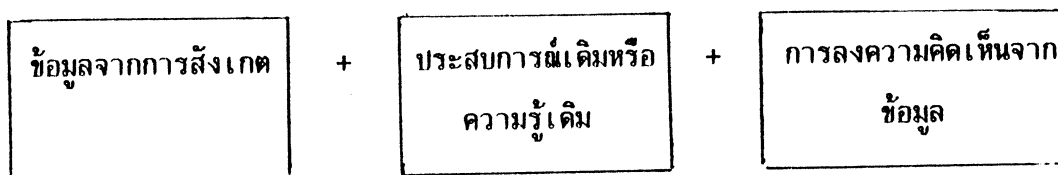
คำถามที่นำไปสู่การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

การฝึกทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล นอกจากจะปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวแล้ว ครูอาจใช้คำถามควบคู่กับกิจกรรม ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	ข้อมูลจากการสังเกตสัตว์ และอาหารที่สัตว์กินนั้น ยังเข้าใจยากอยู่ว่ามีสัตว์อะไรบ้างที่กินพืชเป็นอาหาร และมีสัตว์อะไรบ้างที่กินสัตว์เป็นอาหาร ถ้าเราจะทำให้ได้ดีขึ้นเราควรจะเปลี่ยนเป็นรูปแบบใด	เลือกรูปแบบในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2	ทำไมจึงควรทำเป็นแบบตาราง	บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบ
3	ถ้าจะทำเป็นแบบตาราง ควรมีกี่ช่อง/ในแนวดิ่งหรือแนวนอน/จะเขียนข้อความว่าเป็นช่องอะไรบ้าง	บอกรายละเอียดของรูปแบบการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4	(ลองทำดูซิ) เขียนเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น เขียนได้อย่างไร	ลงมือจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็น หรือ เหตุผลส่วนตัวให้กับข้อมูลที่สังเกตได้ ผู้ลงความคิดเห็นจะใช้ข้อมูลจากการสังเกต และประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของตน สรุปความคิดเห็นให้กับข้อมูลนั้น



การแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันของแต่ละคน จึงแตกต่างกันได้ตามประสบการณ์หรือเหตุผล จะถือเป็นข้อยุติว่าถูกหรือผิดไม่ได้ แต่ถ้าต้องการลงความคิดเห็นให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ต้องรวบรวมข้อมูลให้ได้มาก และพิจารณา และพิจารณาอย่างรอบคอบ

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการที่จะใช้ข้อมูลจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม เพิ่มคำอธิบายหรือเหตุผลให้กับข้อมูลที่สังเกตได้อย่างเหมาะสม และใกล้เคียงกับความจริง

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

เนื่องจากลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นสิ่งที่ทุกคนต้องพบและใช้อยู่เสมอในชีวิตประจำวัน จึงต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักลงความคิดเห็นซึ่งอาจทำได้โดยใช้คำถามต่อไปนี้

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	เมื่อเขย่ากล่องใบนี้แล้ว นักเรียนคิดว่า สิ่งของที่อยู่ในกล่องมีรูปร่างอย่างไร	ลงความคิดเห็นจากเสียงที่สังเกตได้ และประสบการณ์

ที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
2	จากลักษณะของแตงกวาที่สังเกตได้บอกได้หรือไม่ว่าแตงกวาผลนี้อ่อนหรือแก่	ลงความเห็นจากลักษณะของแตงกวาที่สังเกตได้
3	เด็กนักเรียนที่เห็นในภาพนี้มีสุขภาพเป็นอย่างไร	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้จากภาพและประสบการณ์
4	จากภาพนี้บอกว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้จากภาพและประสบการณ์
5	รัชนี้ไม่มาโรงเรียนในวันนี้เป็นเพราะเหตุใด	ลงความคิดเห็นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
6	สังเกตแจกันใบนี้ให้ดี แล้วบอกครูว่าแจกันใบนี้ทำด้วยอะไร	โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ให้สังเกตอย่างดีก่อนลงความคิดเห็น

8. การพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันหรือความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนี้มาช่วยในการทำนายหรือการคาดคะเนการพยากรณ์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกต หรือวัดได้

2. การพยากรณ์ภายนอกเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่สังเกต

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

1. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

3. ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์

การฝึกให้นักเรียนเกิดการพยากรณ์นั้น นอกจากจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนฝึกหัดพยากรณ์แล้ว ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยให้ข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้ร่วมกับความรู้ กฎ หรือหลักการ คาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น

คำถามที่จะนำให้นักเรียนพยากรณ์ หรือคำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ศึกษาได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

1. ถ้าผ่าแตงกวาที่ขนาดของผลไม้เท่ากัน แต่เป็นพันธุ์เดียวกัน จำนวนเมล็ดจะได้เท่ากันหรือไม่

.....

2. ถ้าใช้แตงกวาคนละพันธุ์แต่มีขนาดผลเท่ากัน เมื่อผ่าจะมีจำนวนเมล็ดเท่ากันหรือไม่

.....

9. การตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การให้คำตอบ หรือการทำนายผลล่วงหน้าในสถานการณ์หรือปัญหาที่ยังไม่เคยรู้มาก่อน โดยต้องอาศัยหลักการและเหตุผลที่ได้เรียนรู้มา และข้อมูลในสถานการณ์ใหม่นั้นมาประกอบกัน

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบล่วงหน้า หรือคำทำนายผลสำหรับปัญหาใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ คำตอบที่เป็นสมมติฐานจึงมีได้หลายข้อ สำหรับปัญหา หรือสถานการณ์หนึ่ง ๆ ที่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าข้อใดถูก ข้อใดผิด จนกว่าจะได้ทำการทดลองและสรุปผลแล้ว

ข้อความในสมมติฐานหนึ่งจะประกอบด้วย ตัวแปรที่เป็นสาเหตุและตัวแปรที่เป็นผล

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

คือ ความสามารถในการให้คำตอบล่วงหน้าสำหรับปัญหาใหม่ หรือทำนายผลล่วงหน้า สถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปทดสอบได้



คำถามที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	ถ้าดินทรายอุ้มน้ำได้น้อยกว่าดินร่วน นักเรียนคิดว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านดินร่วนออกมา จะเป็นอย่างไร	ให้คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง
2	เนื่องจากพืชต้องการแสงอาทิตย์ในการสังเคราะห์แสงถ้าใช้ไฟฟ้าแทน พืชจะสังเคราะห์แสงได้หรือไม่	ให้คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง
3	รากทำหน้าที่ดูดน้ำให้พืช ถ้าตัดรากออก ต้นพืชจะเป็นอย่างไร	ให้คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง
4	พืชต้องการอาศัยคลอโรฟิลในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นใบชบา ส่วนใดที่สังเคราะห์แสง	ให้คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง

10. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐาน และบอกวิธีควบคุมตัวแปรก่อนที่จะทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งที่จะต้องจัดให้ต่างกันได้ตามความต้องการ บางทีจึงเรียกว่าตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่จะเป็นไปตามการจัดเปลี่ยนตัวแปรต้น เป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้น เป็นสิ่งที่ต้องเฝ้าศึกษาติดตามในขณะที่ทำการทดลอง

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ตัวแปรอื่นนอกจากตัวแปรที่มีผลให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงได้ เราจึงต้องควบคุมให้เหมือนกัน หรือคงที่ตลอดการทดลอง

ทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปร คือ ความสามารถในการชี้บ่ง หรือกำหนดสิ่งที่เป็น

ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐาน กับบอกวิธีการและควบคุมตัวแปรเหล่านั้นในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรนั้น ไม่ใช่นักเรียนบอกความหมายของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ แต่ต้องทำให้นักเรียนสามารถชี้บ่ง หรือกำหนดตัวแปรต่าง ๆ จากสมมติฐาน และบอกวิธีจัดการควบคุมตัวแปรได้โดยไม่ต้องพูดคำว่าตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม กับนักเรียน ซึ่งครูอาจทำได้โดยใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
1	ถ้าต้องการจะทดสอบว่าดินร่วนและดินทรายย้อมน้ำสีมได้ไม่เท่ากันเราจะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน	ชี้บ่งหรือกำหนดตัวแปรต้น
2	ถ้าต้องการจะทดสอบว่าดินร่วนและดินทรายย้อมน้ำสีมผ่านได้ไม่เท่ากันเราจะต้องวัดปริมาณของอะไร (ติดตามคูอะไร)	ชี้บ่งหรือกำหนดตัวแปรต้น
3	ปริมาณดินทั้งสองชนิดที่ใช้ควรเป็นเท่าไร เพราะเหตุใด	ควบคุมตัวแปรและบอกเหตุผล
4	ปริมาณน้ำที่จะใส่ลงในดินทั้งสองชนิดควรจะมากน้อยเท่าไร เพราะเหตุใด	ควบคุมตัวแปรและบอกเหตุผล
5	ดินทั้งสองชนิดที่นำมาทดลองควรเป็นดินแห้ง หรือดินเปียก เพราะเหตุใด	ควบคุมตัวแปรและบอกเหตุผล

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมายในการถาม
6	ในการทดสอบการซึมผ่านของน้ำในดินชนิดต่าง ๆ มีอะไรบ้างที่จะต้องให้เหมือนกัน	ชี้แจงหรือกำหนดตัวแปรต้น

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่าง ๆ ให้นำไปสู่การปฏิบัติได้ โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น สังเกตได้ วัด ทดลองได้

นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง นิยาม หรือความหมายของคำต่าง ๆ ที่สามารถนำไปสังเกต วัด หรือทดลองได้ ตามที่กำหนดไว้

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ หรือตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม ในสมมติฐานให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยการสังเกต หรือการวัด หรือการทดลอง

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ในการถามให้นักเรียนกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการนั้น ครูไม่ต้องใช้คำว่านิยามเชิงปฏิบัติการกับนักเรียน โดยอาจใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ที่นักเรียนบอกว่าเราจะใช้เนื้อดินที่มีลักษณะต่างกันนั้น เราจะใช้เนื้อดินที่มีลักษณะอย่างไร

2. ที่นักเรียนบอกว่าเราจะนำพืชชนิดที่มีลำต้นในสมมาตรากต้นหนึ่ง อีกต้นหนึ่งไม่ตัดราก แล้วสังเกตการคุดน้ำของพืชนั้น เราจะใช้พืชอะไรและเราจะสังเกตการคุดน้ำของพืชจากอะไร (ตรงไหน)

3. ที่นักเรียนบอกว่าเราจะทดลองเลี้ยงไก่ด้วยหนอน กับเลี้ยงไก่ด้วยรำ เพื่อติดตามดูการเจริญเติบโตของไก่นั้น เราจะดูการเจริญเติบโตของไก่จากอะไร

4. ที่นักเรียนบอกว่าเราจะทดลองปลุกผักโดยใช้ปุ๋ยขี้วัว เปรียบเทียบกับปลุกผักโดยใช้ปุ๋ยขี้ไก่ เพื่อติดตามดูความงามของผักนั้น เราจะใช้ผักอะไรปลูกและจะดูความงามของผักจากอะไร

12. การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการในการทำการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 3 ขั้น ดังนี้

1. การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่กำหนดเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ในการทดลองและวิธีการทดลอง โดยมีการควบคุมตัวแปรและนิยามเชิงปฏิบัติการด้วยความเหมาะสมและจำเป็น

2. การปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นตอนของการลงมือทำการทดลองตามวิธีการที่กำหนดไว้ มีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งที่มีการสังเกต หรือวัดปริมาณที่ต้องการค้นคว้า

3. การบันทึกผลการทดลอง เป็นขั้นตอนที่บันทึกผลการทำการทดลอง โดยบันทึกการจัดเปลี่ยนตัวแปรต้น และการเปลี่ยนแปลงตามของตัวแปรตาม

ทักษะการทดลอง

คือ ความสามารถในการจัดกระบวนการ เพื่อทำการทดลองได้ทุกระดับ ได้แก่ ออกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ อย่างถูกต้องจัดเก็บได้เมื่อใช้เสร็จแล้ว รวมทั้งออกแบบผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วน สมบูรณ์

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง

ลักษณะของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. จะทดลองอย่างไรจึงจะทราบว่าระหว่างเกลือและน้ำตาลอย่างไหนจะสามารถดูดน้ำจากแตงกวาได้มากกว่า
2. ถ้าต้องการทราบว่า อากาศต้องการที่อยู่หรือไม่ จะทดลองอย่างไร
3. จะทดลองอย่างไรจึงจะทราบว่าในอากาศมีน้ำอยู่ด้วยหรือไม่
4. ถ้าอยากทราบว่าแสงไฟฟ้าช่วยให้พืชสังเคราะห์แสงได้หรือไม่ จะทดลองอย่างไร

5. ถ้าอยากทราบว่า ใบหัวใจสีม่วงมีวงคลอโรฟิลล์ หรือไม่ จะทดลองอย่างไร

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายถึงลักษณะ หรือปริมาณ หรือส่วนประกอบของข้อมูลที่แสดงไว้ในรูปของตาราง แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ ให้เข้าใจได้ชัดเจน

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมด หรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงตามที่แสดงไว้

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

คือความสามารถในการบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แสดงไว้ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ วงจร ได้อย่างถูกต้องและเข้าใจได้ชัดเจน

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ในการฝึกให้นักเรียนตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป อาจให้นักเรียนทำกิจกรรมและใช้คำถามดังต่อไปนี้

ให้นักเรียนดูตารางแสดงการแบ่งพวกสัตว์ตามที่อยู่อาศัย แล้วใช้คำถาม

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
1	จากผลการสำรวจสัตว์ที่นักเรียนบันทึกไว้ มีสัตว์ชนิดใดบ้างที่อยู่ใต้น้ำ	ให้ตีความหมายข้อมูล
2	สัตว์ชนิดใดบ้างที่อยู่บนบก	ให้ตีความหมายข้อมูล
3	กบอยู่บนบกหรือน้ำ หรืออยู่ได้ทั้งบนบกและน้ำ	ให้ตีความหมายข้อมูล
4	สัตว์ต่าง ๆ มีที่อยู่อาศัยเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร	ให้ลงข้อสรุป

2.3.2 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องประเมินความสามารถของนักเรียนในการแสดงพฤติกรรมออกมา เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมชัย โกมล (2532) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกต

1.1) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่าง ๆ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันได้

1.2) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ในเชิงปริมาณโดยการกะประมาณได้

1.3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.4) ระบุข้อมูลการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด

2.1) เลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

2.2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

2.3) บอกวิธีวัด และใช้เครื่องมือสำหรับวัดได้

2.4) ทำการวัดค่าปริมาณต่าง ๆ ได้

2.5) ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

3) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ

3.1) นับจำนวนและใช้ตัวเลข แสดงจำนวนที่นับได้

3.2) เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนที่นับได้

3.3) คิดคำนวณค่าต่าง ๆ ได้

4) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท

4.1) เรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือผู้อื่นได้

5) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง

มิติกับมิติ และมิติกับเวลา

5.1) บอกจำนวนมิติของรูปหรือสิ่งของต่าง ๆ ได้

5.2) บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ได้

5.3) วาดรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ได้

5.4) บอกจำนวนเส้นสมมาตร หรือระนาบสมมาตรของรูป 2 มิติ หรือรูปทรง

3 มิติ ได้

5.5) บอกรูป 3 มิติ ที่มองเห็นจากการหมุนรูป 2 มิติได้

5.6) บอกเงา (รูป 2 มิติ) ของวัตถุต่าง ๆ เมื่อเห็นวัตถุนั้นได้

5.7) บอกรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดรูปทรง 3 มิติได้

5.8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างขนาด รูปร่างของวัตถุ และเวลาได้

5.9) บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุได้ หรือสิ่งต่าง ๆ ได้

5.10) บอกระยะทางความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยเทียบกับ

สิ่งอ้างอิงต่าง ๆ ได้

5.11) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่ง ระยะทาง ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ได้

5.12) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพที่ปรากฏในกระจกเงา กับสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาได้

6) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็น

6.1) อธิบายหรือสรุปความคิดเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับข้อที่สังเกตได้อย่างมีเหตุและผล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง

7) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

7.1) พูดหรือเขียนบรรยายเพื่อสื่อความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้

7.2) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่ง สถานที่ หรือสิ่งต่าง ๆ ได้

7.3) จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับ จำแนกประเภท หาความถี่ และ

คิดคำนวณได้

7.4) เลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้

7.5) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่นำเสนอข้อมูลได้

7.6) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลได้

8) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์

- 8.1) คาคะเนลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลได้
- 8.2) คาคะเนลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลได้
- 8.3) จัดลำดับความเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลการพยากรณ์ของตนเองได้
- 8.4) บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับความเชื่อมั่นในการพยากรณ์ได้
- 9) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 9.1) ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้
- 10) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 10.1) บอกความหมายของคำหรือข้อความที่มีความชัดเจน จนสามารถสังเกตหรือวัดได้
- 11) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร
 - 11.1) ระบุตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามจากสมมติฐานได้
 - 11.2) ระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมในการทดลองได้
- 12) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง
 - 12.1) ระบุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้
 - 12.2) กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้
 - 12.3) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้
 - 12.4) บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- 13) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 13.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้
 - 13.2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

2.3.3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

2.3.3.1 ความหมายของกิจกรรม

วณิช บรรจง (2516) กล่าวว่า กิจกรรม หมายถึง การทำให้นักเรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น ได้พูด ได้ถาม ได้อภิปราย ค้นคว้า เล่านิทาน แสดงละคร วาดภาพ ทัศนอาจร เป็นต้น

รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2523) กล่าวว่า กิจกรรม หมายถึง การกระทำที่ครูกำหนดให้นักเรียน หรือทั้งครู และนักเรียนร่วมกันทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525) ได้กล่าวว่า กิจกรรม หมายถึง การที่ผู้เรียนปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อการเรียนรู้

ทัศนีย์ ศุภเมธี (2531) ได้กล่าวว่า กิจกรรม หมายถึงการกระทำหรือทำงานทุกอย่าง "กิจกรรมการเรียนรู้" หมายถึง การกระทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้แสดงการกระทำ หรือครูและนักเรียนเป็นผู้กระทำร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ได้กำหนดไว้

จากความคิดเห็นดังกล่าว พอสรุปได้ว่า กิจกรรม หมายถึง สภาพการณ์ หรือการกระทำที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติทั้งทางกาย และทางสมองกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.3.3.2 ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นพฤติกรรมสนองต่อสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ความอยากรู้อยากเห็น และความต้องการส่วนตัวในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดีนั้น ผู้สอนจะต้องเตรียมการสอนล่วงหน้าเป็นอย่างดี โดยการจัดการทำแผนการสอนและสื่อการสอนไว้ให้พร้อม ในการเตรียมการสอนนี้เอง มนัส รัตนดิลก ณ ภูเก็ต (2526) สิ่งที่คุณสอนจะต้องเตรียมการให้มากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเหตุผลหลายประการ คือ

1. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยสนองความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างทั่วถึง

2. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสนุกสนานนำสนใจ

3. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

4. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยสนองพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สังคม

และสติปัญญาของผู้เรียน

นอกจากนี้ ทัศนีย์ ศุภเมธี (2531) ยังได้ชี้ให้เห็นว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ ครูผู้สอนจะต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้เสมอคือ

1. ต้องเป็นการแสดงเนื้อหาความรู้ที่เด็กกำลังเรียนอยู่ด้วยการปฏิบัติจริง
2. กิจกรรมนั้น ๆ ต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน คือ กิจกรรมที่จัดอยู่ต้องอยู่ในวงประสบการณ์ของเด็ก และเป็นกิจกรรมที่เด็กสนใจ
3. ใช้ระยะเวลาพอเหมาะ ไม่นานหรือเร็วเกินไป จนเด็กจำสาระอะไรไม่ได้
4. ต้องเป็นกิจกรรมที่น่าคิดน่าลอง
5. กิจกรรมทุกกิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมายว่า จัดเพื่ออะไรและพยายามจัดให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงผลจากการใช้กิจกรรมให้สนองจุดมุ่งหมายของหลักการ และพัฒนาการทุกด้านของผู้เรียน รวมทั้งฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นด้วย

2.3.3.3 ประเภทของกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนกระทำในเวลาเรียนตามตารางสอน อาจเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนก็ได้ (วิชัย ราชวรศิริ, 2524) ได้จัดแบ่งกิจกรรมที่ครูแนะนำให้นักเรียนกระทำได้ ดังนี้

1. กิจกรรมที่เกี่ยวกับการพูดและการเขียน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถทางสมอง คือทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความคิด ได้แก่ การให้รายงาน การให้อภิปราย การให้เปรียบเทียบ การให้อธิบาย การให้วิจารณ์ การให้บอกความสัมพันธ์ การให้เสนอแนะ การประเมินค่า ฯลฯ
2. กิจกรรมเกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ และความเข้าใจ เช่น การให้อ่านหนังสือหรือบทความ การให้สัมภาษณ์ การให้สังเกต การให้ทดลอง การให้ปฏิบัติ การให้ฟัง การให้เก็บสะสม ฯลฯ
3. กิจกรรมที่เกี่ยวกับการฝึกทักษะ หรือความชำนาญ เช่น การให้ฟัง พูด อ่าน และเขียนภาษาไทย การให้คิดโจทย์แบบฝึกหัด การร้องเพลง การเล่นดนตรี การเล่นเกมกีฬา การให้ฝึกปฏิบัติในวิชาต่าง ๆ ที่มีการปฏิบัติกิจกรรมทำบ่อยครั้ง และสม่ำเสมอจึงจะเกิดผลดี
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการสร้าง ประดิษฐ์หรือคิดค้น กิจกรรมเหล่านี้เมื่อนักเรียนได้

ทำแล้ว จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เกิดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ความชำนาญ ความคิดริเริ่ม และความซาบซึ้งในความงาม การสร้างหรือประดิษฐ์ หมายถึง การประพันธ์ การเขียนบทความ การแต่งเพลง ฯลฯ

นอกจากนี้ รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2523) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแยกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. กิจกรรมหาความรู้ กิจกรรมประเภทนี้ นักเรียนจะต้องทำอะไรอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ เช่น นักเรียนจะต้องอ่าน สอบถามบุคคลอื่น นักเรียนจะต้องใช้การสังเกต ทดลอง อภิปราย ทำแบบฝึกหัด ฝึกฝน และฟังคำบรรยาย

2. กิจกรรมแสดงความรู้ กิจกรรมประเภทนี้ นักเรียนจะต้องทำอะไรสักอย่าง เพื่อแสดงให้ทราบว่า ตนรู้แล้ว เข้าใจแล้ว สามารถอธิบาย หรือแสดงได้ว่ามีความรู้ เช่น ต้องเขียน อธิบายได้ พูดหรือให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้อง วาดภาพแสดงได้จนผู้ดูเข้าใจ หรือ เห็นจริง แสดงเลียนแบบได้ เช่น เลียนแบบเสียงสัตว์ร้อง ทำท่าทางได้เหมือน หรือทำท่าทางได้ถูกต้อง สร้างของเล่นหรือหุ่นจำลองได้ ทำข้อสอบได้

2.3.3.4 องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ได้ผลดี และบรรลุจุดหมายของหลักสูตร ประถมศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการจัดระดับหน่วย หรือระดับบทเรียนก็ตาม ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน/เรื่อง เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เร้าใจให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียน และอยากเรียนต่อไป

2. ขั้นปฏิบัติประกอบกิจกรรม เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. ขั้นสรุป/ขั้นส่งท้าย เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้สรุปการเรียนรู้ทั้งหมด เพื่อให้เกิดมโนคติ

2.3.4 กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มีวัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริม และสนับสนุนให้นักเรียน

ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518) ได้เน้นให้มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการวิธีหนึ่งที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง และได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ครูจะต้องเตรียมวางแผนกิจกรรม และคำถามให้รอบคอบ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อมและอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี

2. ให้โอกาสแก่นักเรียนให้มากที่สุดในการแก้ปัญหาและตอบคำถามต่าง ๆ

3. ครูไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หมด แต่ควรจะสามารถแนะนำได้ว่า สามารถหาคำตอบเรื่องนั้น ๆ ได้สืบเสาะจากแหล่งอื่น ๆ

4. ครูควรใช้เวลาแก่นักเรียนได้คิดก่อนที่จะตอบปัญหาต่าง ๆ พอสมควร

5. ครูไม่ควรบอกคำตอบแก่นักเรียน ถ้ายังเห็นว่านักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง แต่คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อเห็นว่านักเรียนประสบปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป

6. ครูควรใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อเร้าความสนใจ และกระตุ้นการใช้ความคิดของนักเรียน

7. ครูไม่ควรคาดหวังว่านักเรียนทุกคนจะต้องพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Concept) ทุกเรื่องไป พยายามให้นักเรียนทั้งหมดมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้

8. ครูไม่ควรยอมรับข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน ควรชี้ให้นักเรียนเห็นความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาผลการทดลองด้วยความระมัดระวัง

9. ครูควรมีความกระตือรือร้นในการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้

10. ครูควรพยายามใช้วิธีสอนหลาย ๆ แบบ เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน

บทบาทของครูตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกันกับที่ Ramey (อ้างถึงใน นิตยา ภูมิไชยา, 2535) กล่าวสรุปไว้ว่า ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูไม่ควรที่จะใช้วิธีสอนแบบเดียวตลอดไป เพราะนักเรียนแต่ละคนมีแบบของการเรียนรู้แตกต่างกัน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. การทำกิจกรรมเป็นต้นว่า การทดลองในห้องปฏิบัติการ การทำแบบฝึกหัด การ

สาธิตโดยนักเรียน การเขียนรายงาน การทำงานเป็นหมู่คณะ การแก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือหมู่คณะ การกระทำอื่น ๆ ที่ครูเป็นแต่เพียงผู้แนะนำ

2. การอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน

3. การให้ข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นการบรรยายของครู การสาธิตโดยครู การใช้อุปกรณ์การสอนของครู หรือการบรรยายของวิทยากร

จะเห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่จัดในชั้นเรียนในครั้งหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยกิจกรรมที่กระทำโดยนักเรียน กิจกรรมที่กระทำโดยครู และมีการอภิปรายร่วมระหว่างครูและนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นการให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ครูจึงต้องรู้จักวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทำทั้งกิจกรรมในการหาความรู้ เป็นต้นว่า ให้การสังเกต การทดลอง การอภิปราย ชักถาม เป็นต้น และกิจกรรมในการแสดงความรู้ เช่น ต้องเขียนได้ อธิบายได้ พูดหรือให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะว่ากิจกรรมการเรียนการสอน เป็นวิถีทางในการนำนักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

จากที่ได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผ่านมา จะเห็นว่ากิจกรรมสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ อันจะก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ คล่องแคล่วในการเรียนรู้ หรือแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดียิ่งขึ้น

2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้

การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่คนเรารับรู้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต และการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (ชัยพร วิชชาวุธ, 2525) นอกจากนี้ความจำยังมีคุณค่าอย่างยิ่งในการเรียนรู้ เพราะการที่เราเรียนรู้สิ่งใดไปแล้วจำการเรียนรู้สิ่งนั้น ๆ ได้ สิ่งที่เราจำได้นั้นก็ถือว่าเป็นประสบการณ์ของเราเอง ประสบการณ์นี้เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ต่อไปได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะการเรียนรู้สิ่งใหม่ มักต้องอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2.4.1 ความหมายของการจำ

การจำ (Remembering) ได้มีนักวิชาการหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการจำไว้ดังนี้

โลว์ เลียมแก้ว (2528) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง ผลที่คงอยู่ในสมองหลังจากสิ่งเร้าได้หายไปจากสนามสัมผัสแล้ว ผลที่คงอยู่นี้จะอยู่ในรูปรหัสใด ๆ ที่เป็นผลจากการโยงสัมพันธ์

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง ความสามารถสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้ (Recall) หรือ การจำได้ (Recognition)

จากความหมายของการจำ ที่นักวิชาการได้กล่าวไว้ข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าการจำ หมายถึง การที่บุคคลสามารถระลึก บอก หรือ นำเอาประสบการณ์ที่เคยรับรู้ในอดีตมาแสดงออกในปัจจุบันได้

2.4.2 ความหมายของความคงทนในการจำ

Adam (อ้างถึงในสวัสด์ อุ่นทานนท์, 2535) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการจำไว้ว่า เป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถที่ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ระยะหนึ่ง หรืออาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ความคงทนในการจำ คือ ความสามารถของผู้เรียนที่ระลึกได้แล้วตอบสนองโดยบอกถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อมที่สะสมผ่านมาแล้ว หลังจากทิ้งช่วงเวลาไว้ระยะหนึ่ง

2.4.3 การแสดงออกของความจำ

นักจิตวิทยาได้แบ่งการแสดงออกของความจำเป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือ

1. การระลึกได้เอง (Recall) เป็นความจำที่เกิดในกรณีที่เราสามารถนึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ที่ผ่านมาได้เอง โดยไม่ต้องมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาเป็นเครื่องชี้แนะ

2. การจำได้เมื่อได้สัมผัสอีก (Recognitive) เป็นความจำที่แสดงออกในกรณีที่เรเคยสัมผัสหรือคุ้นเคยรู้จักสิ่งนั้นมาก่อน พอเห็นอีกครั้งทำให้จำได้ แต่ถ้าไม่เห็นอีก

ให้เราบรรยายลักษณะ เรามักบรรยายไม่ถูก และมักจะบอกว่าต้องเห็นก่อนแล้วจะตอบถูกว่าใช่หรือไม่ใช่

3. การจำได้เมื่อได้เรียนรู้ซ้ำอีก (Relearning) เช่น เห็นสนามเด็กเล่น ซิงช้า เห็นเด็ก ๆ เห็นข้อสอบบางที่ตอนแรกคิดคำตอบไม่ออก พอนึกถึงท่าทางในการสอนของครูขณะที่สอนเรื่องนั้น เห็นรูปภาพที่ครูให้ดูประกอบคำอธิบาย ในที่สุดก็อาจคิดออกว่าคำตอบคืออะไร ดังนั้น ในการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตาม ถ้าผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนเห็น จำต้องสัมผัส ได้ยิน ได้ลงมือกระทำ คือใช้ประสาทสัมผัสช่วยหลาย ๆ อย่างในเรื่องนั้น ย่อมทำให้เกิดการปะติดปะต่อเหตุการณ์ และ เรียงความจำออกมาได้ดีกว่าการใช้ประสาทสัมผัสน้อยอย่าง

2.4.4 ระบบของความจำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) ได้จำแนกระบบความจำออกเป็น 3 ระบบ ดังนี้

1. ระบบการจำความรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง ความคงอยู่ของความรู้สึก หลังจากการเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short - Term Memory) ย่อว่า S M T เป็นความจำหลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้ แต่จะอยู่ในระยะสั้น เป็นความจำชั่วคราวมีประโยชน์ขณะที่จำอยู่เท่านั้น

3. ระบบความจำระยะยาว (Long - Term Memory) ย่อว่า L T M เป็นความจำที่มีความคงทนถาวร เราไม่รู้สึกในสิ่งที่จะอยู่ แต่เมื่อต้องการใช้ หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดใจก็สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้

Atkinson และ Shiffrin (อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ, 2525) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับความจำ 2 ประเภท ที่เรียกว่า "ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ"

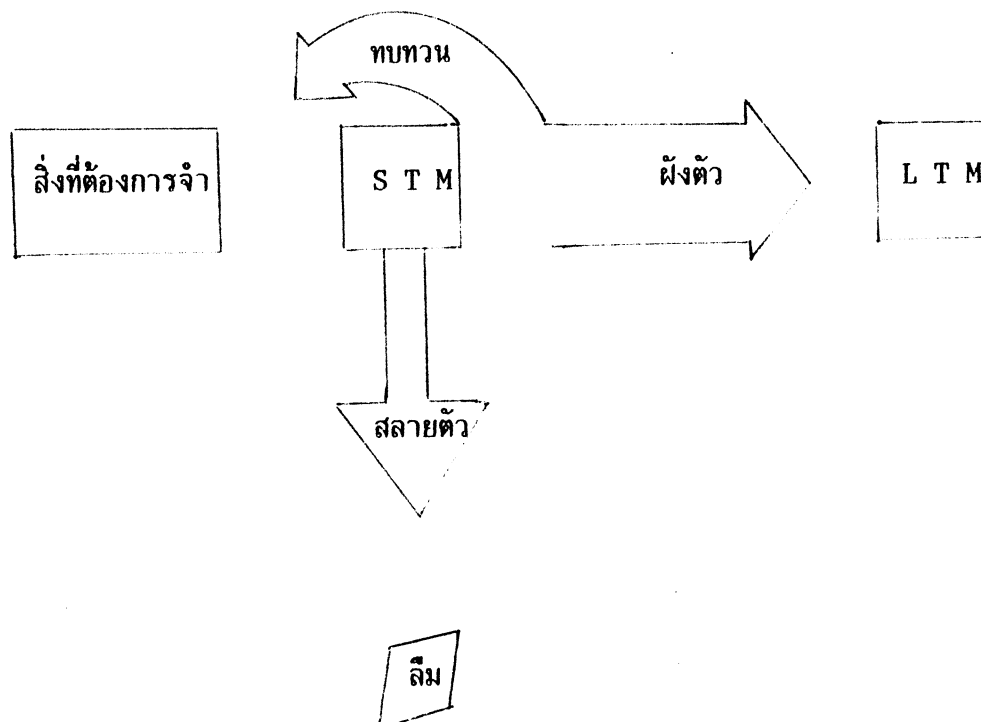
(Two process theory of memory) สรุปได้ดังนี้

1. ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว
2. สิ่งที่เราจำไว้ในความจำระยะสั้น ต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
3. จำนวนสิ่งของที่จะได้รับการทบทวนครั้งหนึ่ง ๆ ในความจำระยะสั้นมีจำนวนจำกัด จะทบทวนได้เพียง 5 - 9 สิ่งในขณะเดียวกัน

4. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้น ยิ่งนานวันเท่าไรก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาว กับสิ่งที่ต้องการจำ

5. การฝังตัวในความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ต้องการจำ

กระบวนการจำต่าง ๆ เหล่านี้แสดงเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (ชัยพร วิชชาวุธ, 2525)



จากแผนภูมิทฤษฎีมีความจำ 2 กระบวนการ "Two - Process of memory" จะเห็นได้ว่า ทั้งความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว ความจำระยะสั้นเป็นความจำหลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้ เป็นความจำชั่วคราวมีประโยชน์ขณะที่จำเท่านั้น ส่วนความจำระยะยาว บาร์ตเลต์ (อ้างถึงในชัยพร วิชชาวุธ, 2525) กล่าวว่า เป็นความจำที่มีคุณค่ายิ่ง เป็นความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งที่เคยรู้สึก เป็นการตีความซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจ และความเชื่อของแต่ละคน

สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำ อาจสรุปได้ 2 ประการ ประการแรก ได้แก่ ลักษณะของความต่อเนื่อง หรือ ความสัมพันธ์ของประสบการณ์ ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประการที่สอง ได้แก่ การทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ

2.4.5 วิธีส่งเสริมความจำ

การที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวแก่ผู้เรียนได้ดังนี้ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะวิธีการส่งเสริมความจำไว้ดังนี้

เอนกกุล กรี่แสง (2526) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้เกิดความจำแก่ผู้เรียนไว้ดังนี้

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบหมวดหมู่ เกิดความหมายต่อผู้เรียน เช่น

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายขึ้น ช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

1.2 การจัดเป็นระบบไวล่วงหน้า (Advance organization) เป็นการสรุปโครงสร้าง หรือขอบข่ายเกี่ยวกับบทเรียน ให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในตอนนั้น ๆ

1.3 การจัดเป็นลำดับชั้น (Hierarchical structure) เป็นการจัดบทเรียนให้เรียงลำดับตามขั้นตอน การเรียนรู้ในลำดับชั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นที่

สูงขึ้นเป็นลำดับต่อไป

1.4 การจัดเข้าหมวดหมู่ (Organization) เป็นการแยกประเภทของสิ่ง
ที่ต้องการจัดให้เป็นหมวดหมู่

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (Mathemagenic) วิธีการที่ช่วยให้
ความจำระยะยาวดีขึ้นอีกประการหนึ่ง ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรม
ต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ มากขึ้น ซึ่งทำได้ดังนี้

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (Recalls during
practices) หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังจากที่อ่านจบไปแล้วแต่ละครั้ง

2.2 การเรียนเพิ่มขึ้น (Overlearning) การเรียนหลังจากที่จำบทเรียน
นั้นได้แล้ว ซึ่งจะเป็นผลให้จำได้แม่นยำขึ้น และจำได้นานยิ่งขึ้น

2.3 การทบทวนบทเรียนเป็นระยะ (Periodic reviews) วิธีการนี้
คล้ายคลึงการนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝน เพราะการนึกถึงก็เป็นการทบทวนเหมือนกัน

2.4 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical memory) เราจะสังเกตเห็นว่า
ในการจำคำที่มีความหมายนั้น แม้ว่าจะไม่ได้จัดให้เป็นหมวดหมู่ก็จะจำได้ดีกว่าการจำคำไม่มี
ความหมาย และในทำนองเดียวกันหากเราจัดคำต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบ เป็นหมวดหมู่ ก็
จะจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

2.5 การท่องจำ (Recitation) เป็นการท่องบทเรียนดัง ๆ เพื่อช่วย
ความจำ

2.6 การใช้จินตนาการ (Imagery) เป็นการสร้างจินตนาการให้สัมพันธ์
กับสิ่งที่ต้องการจะจำ

ปราณี รามสูตร (2528) ได้เสนอแนะวิธีการที่ครูจะส่งเสริมความจำให้
ผู้เรียนไว้ดังนี้

1. จากความรู้ในเรื่องตัวรบกวน (Interference) หมายถึง ความจำใน
สิ่งหนึ่งอาจไปขัดขวางความจำในอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นครูควรพยายามให้เด็กหลีกเลี่ยงการจำ
สิ่งต่าง ๆ มากสิ่งในเวลาใกล้เคียงกัน เมื่อจำสิ่งหนึ่งได้แล้วควรหาเวลาพักก่อนจำสิ่งต่อไป

2. จากความรู้ในเรื่อง "การเรียนรู้ใหม่" (Relearning) เมื่อครูต้องการ
ให้นักเรียนจำสิ่งใดได้มากขึ้นก็ต้องให้นักเรียนกระทำซ้ำ ๆ ในสิ่งนั้น

3. ในการแสดงออกของความจำทั้ง 4 ประเภท การระลึกได้เอง (Recall) จัดเป็นการแสดงออกของความจำที่ยาก วิธีที่จะช่วยให้ความจำชนิดนี้มีมากขึ้นก็คือ ขณะพยายามจำต้องมีการทดสอบตนเองไปด้วย

4. จากความรู้ในเรื่องวิธีการจำแบบปะติดปะต่อเหตุการณ์ (Reintegration) ซึ่งมักจำได้เมื่อมีสิ่งเตือนใจบางอย่างมาสะกิดความจำ ดังนั้นในการสอนถ้าครูพยายามหาสิ่งเร้ามาซ้ำมาก ๆ อาจทำให้เด็กปะติดปะต่อความจำได้ดีขึ้น

5. แนะนำให้นักเรียนจัดระเบียบสิ่งต้องจำเข้าเป็นกลุ่มเป็นพวก

5.1 การแบ่งเป็นกลุ่มย่อย

5.2 จัดหมวดหมู่ของสิ่งเร้า

6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนจำโดยใช้เหตุผลเข้าช่วย

6.1 จัดลำดับสิ่งที่เรียนให้เป็นระเบียบในสมอง

6.2 หาหลักของสิ่งที่ต้องจำ

7. แนะนำให้ผู้เรียนคิดสร้างรหัส (Coding) เพื่อช่วยให้ตนเองจำได้ดีขึ้น โดยอาจท่องเป็นตัวย่อ แล้วขยายความของเราเองทีหลัง

8. ให้พยายามจำโดยอาศัยความคล้องจองของภาษา

9. ให้ปฏิบัติตัวอย่างง่าย ๆ ที่จะไม่ให้ความจำเสื่อมลง

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า วิธีส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความจำได้ดีทำได้หลายวิธี เช่น การจัดบทเรียนให้มีระเบียบเป็นหมวดหมู่ การเรียนเพิ่ม การทบทวนบทเรียน การท่องจำ การใช้จินตนาการ การปะติดปะต่อเหตุการณ์ การสร้างรหัส ตลอดจนการใช้เหตุผลเข้าช่วย ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนจำได้อย่างแม่นยำ นั่นก็หมายความว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้นั่นเอง

2.4.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทน มีนักการศึกษาหลายคน ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบซ้ำ ดังนี้

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) ได้กล่าวว่า การศึกษาสิ่งที่จำได้อยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำ

ระยะยาว หรือ ความคงทนในการจำ ใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

Nunnally (อ้างถึงใน วรยา ชุนทอง, 2529) กล่าวว่า เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์

จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการจำไม่อาจจะระบุได้แน่นอนว่า ช่วงเวลาใดที่เหมาะสมที่สุด แต่ควรจะอยู่ในช่วง 1 สัปดาห์ ถึง 2 สัปดาห์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการจัดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.1.1 งานวิจัยภายในประเทศ

จิต นวนแก้ว (2532) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.4 โรงเรียนชนอมพิทยา จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 36 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัฒนา สิงหนวัฒน์ (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ป.5 โรงเรียนบ้านนางรองยุทธการจรรยาวิทยา อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์ จำนวน 65 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 33 คน สอนโดยใช้ชุดการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 32 คน สอนตามปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการใช้ชุดการสอนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรุณี ลีหนูช (2534) ได้ศึกษาผลการสอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.1 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม จ.สมุทรปราการ จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 40 คน กลุ่มควบคุม 40 คน

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนที่สอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา ภูมิไชยา (2535) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น ป.5 โรงเรียนหนองบัวครุรัฐประชาสรรค์ จำนวน 37 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้กิจกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

2.5.1.2 งานวิจัยในประเทศ

Butzow (อ้างถึงใน นิตยา ภูมิไชยา, 2535) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ได้ศึกษาทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนสอนและภายหลังการสอน พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองครั้งมีความแตกต่างกัน นักเรียนมีความสามารถในการสังเกตเปรียบเทียบ จัดจำพวก การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น และยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีสติปัญญาดี จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

Jacknicke (อ้างถึงใน นิตยา ภูมิไชยา, 2535) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Riley (อ้างถึงใน นิตยา ภูมิไชยา, 2535) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี ทำการศึกษาโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ให้เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 ให้เป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จะเห็นว่าจากเอกสารงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ และการสอนโดยเน้นกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ งานวิจัยของ จิตนพนแก้ว (2532) วัฒนา สิงหนวัฒน์ (2533) อรุณี ลีกันช (2534) นิตยา ภูมิไชยา (2535) Butzow (1971) Jacknicke (1975) จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดกิจกรรมที่สอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแสวงหาความรู้ ไปฝึกให้เกิดทักษะดังกล่าวกับเด็กนักเรียนในระดับประถมศึกษา

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.5.2.1 งานวิจัยในประเทศ

วัลลภา สุวรรณชาติ (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ปาไม้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้นักเรียนในการเรียนกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้นักเรียนในการเรียนการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา สุเมธ (2534) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับผลของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ก่อนการเสนอสไลด์เทป ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ วิชา สว่างเสริม

ประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนวิชา สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง น้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากเสนอเทปสไลด์ เทปที่ไม่มีสิ่งช่วยจัดมโนคติและที่มีสิ่งช่วยจัดมโนคติ 3 แบบ คือ แบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่อง และแบบคำถามเชิงอัตนัยก่อนการเสนอสไลด์เทปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุรินทร์ ศรีไชย (2534) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการจากสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการสอน สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้ พอสรุปได้ว่าความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนจำได้และสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้ ความคงทนในการเรียนรู้นี้มีผลขึ้นอยู่กับวิธีสอนหรือกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเกิดความเข้าใจ ก็จะส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ด้วย ดังงานวิจัยของ วัลลภา สุวรรณชาติศรี (2533) กาญจนา สุธะ (2534) ยุรินทร์ ศรีไชย (2534) ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537)