

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

ปริญญาโท

ของ

ปรีชา กล้าวิชัย

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921 575, 391 5058

- 2 กพ. 2527

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2526

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

153306

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณะได้พิจารณาปัญหานี้เรียบร้อยแล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้.

คณะกรรมการที่ปรึกษา

สมศักดิ์ สอนวิชา ประธาน

สมศักดิ์ สอนวิชา กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

สมศักดิ์ สอนวิชา ประธาน

สมศักดิ์ สอนวิชา กรรมการ

สมศักดิ์ สอนวิชา กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์สมจิต สวชนไพมูลย์
อาจารย์อาวุธ วัฒนสัน อาจารย์ ดร.สุกัมา วัฒนศิริ และ อาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ศิริ
ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมจิต สมิตถพันธ์ และ อาจารย์ถนัดดาวัลย์
กันตสุวรรณ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาในการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการ
วิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ สมาน รักษาดี ผู้อำนวยการโรงเรียนคลองหลวง-
วิทยาคม อาจารย์วิรัช เชนโซสง ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม
อาจารย์ อนันต์ ศรีนิตย์ อาจารย์ใหญ่โรงเรียนสายปัญญารังสีกีรุม ทั้งครูอาจารย์ในโรงเรียน
ทั้งสอง ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวม
ข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านซึ่งมีจากกล่าวนามในที่นี้ได้หมด
ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในค่านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา
พระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณ ที่วางรากฐานให้กับผู้วิจัย.

ปรีชา กล่ำรัมย์

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
	เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้	13
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	19
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	28
	เอกสารเกี่ยวกับความคงทนของความคิดรวบยอด	41
	เอกสารเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ประเภทรูปภาพและแผนภูมิประกอบการเรียนการสอน	42
	งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนความคิดรวบยอด	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนความคิดรวบยอด	46
	งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	49
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	53
	ประชากร	53
	กลุ่มตัวอย่าง	53
	เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	53
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	54

เครื่องมือในการทดลองและวิธีสร้างเครื่องมือ	54
การดำเนินการทดลอง	57
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	59
4 ผลการศึกษาคนควา	62
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	63
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	63
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	64
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	65
เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ การแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	66
เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	67
เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	68
5 สรุป อภิปรายผลและขอเสนอแนะ	70
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	70
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	70
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	71

บทที่

หน้า

วิเคราะห์ข้อมูล 72

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 73

อภิปรายผล 74

ข้อเสนอแนะ 82

บรรณานุกรม 84

ภาคผนวก 93

บัญชีการาง

การาง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย	57
2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	63
3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	64
4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มหดลอง และกลุ่หควบคุม	65
5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	66
6 การเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด เกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	67
7 การเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	68
8 การเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ของกลุ่มหดลองและกลุ่หควบคุม	69

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงรูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
2 แสดงการเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง กับใช้รูปภาพและแผนภูมิ	12
3 แสดงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	15
4 แสดงลำดับขั้นการเกิดความคิดรวบยอด	40

บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญสาขาหนึ่งที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบุคลากรในชาติ นักการศึกษาจึงพยายามปรับปรุงหลักการและวิธีการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพสูง โดยการ พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพสังคมปัจจุบัน สำหรับในประเทศไทยที่มีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงาน ที่รับผิดชอบการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ยึดแนวความคิดในการพัฒนาหลักสูตรว่า วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นเป็นองค์ความรู้และกระบวนการที่ได้รับความรู้ขึ้นมาโดยไม่แยกจากกัน (สวัชก นิยมคำ 2517 : 11) ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงใช้เนื้อหาวิชาเป็น สะพานทอดไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทควบ การสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นไปตามหลักการของฟิชเชอร์ (Fischer, 1971 : 4) ที่กล่าวว่าในการ เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องให้เรียนรู้ได้รับการฝึกฝนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในขณะที่ผู้เรียนจะได้อ่านรู้ส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชาควบคู่กันไปในตัว จึงจะเรียกได้ว่าเป็น การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ สสวท. นั้น หลักสูตรได้กำหนด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา โดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความหมายของ (Concept) จากการเรียนทุก ๆ ตอน ซึ่งความหมายของคำในแต่ละตอนนั้นนับได้ว่าเป็นแกนของ ความรู้ที่ผู้เรียนรับรู้เป็นนามธรรมที่ผู้สอนจะต้องปลูกฝังให้เกิดในตัวผู้เรียนให้ได้ เพราะเนื้อหา วิชาในหลักสูตรใหม่นี้จะมีความหมายและหลักการเป็นจุดสำคัญ ถ้าผู้สอนสามารถสอนให้ ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ความหมายของคำแล้วจะทำให้การเรียนครั้งนั้น ๆ บรรลุเป้าหมาย (ชาวนิชย์ อาจิณสมภาร 2523 : 42) และถึงแม้ สสวท. จะไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์แล้วก็ตาม แต่ก็ยังพบอยู่เสมอว่าผู้เรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถจะเรียนรู้

ความคิดรวบยอดได้ตามที่คาดหวังเอาไว้ จากการศึกษาของ เบญจวรรณ กองศิริ (เบญจวรรณ กองศิริ 2523 : 49) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดเคมีในวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เมื่อมาพิจารณาคุณภาพการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ของ สสวท. ที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) โดยมีขั้นตอนที่สำคัญคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมการสอนดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการปฏิบัติการทดลอง ถึงอย่างไรก็ตามการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ตามแนวทางนี้ ก็ยังประสบกับปัญหาและความยุ่งยากอยู่เสมอ ทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามเป้าหมาย เช่น กิจกรรมการทดลองที่กำหนดไว้จำนวนมากเกินไป การอธิบายวิธีการทดลองไม่ชัดเจน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำการทดลองโดยลำพังได้ (กิ่งแก้ว คุปกรพัฒนะ 2524 : 97) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กิจจา ไททวีชัย (กิจจา ไททวีชัย 2523 : 77) ที่พบว่า กิจกรรมการทดลองยาวเกินไปไม่พอดีกับเวลา และมีการทดลองมากเกินไปทำให้ต้องเร่งรัด การสอน กิจกรรมการทดลองบางกิจกรรมยิ่งยื้อยื้อไม่จบในการเรียนเพียงครึ่งเดียว ทำให้การเรียนการสอนไม่ต่อเนื่อง และยังพบอีกด้วยว่าอุปกรณ์ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ที่ผู้สอนก็ขาดวัสดุเสียหายยากต่อการซ่อมแซม เมื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติการทดลองแล้วทำให้ไม่เกิดผลตามที่คาดหวังไว้ มันหนา จงสุขสันติกิจุด (มันหนา จงสุขสันติกิจุด 2524 : 45) ได้ศึกษาพบว่า อุปกรณ์การทดลองมีคุณภาพต่ำ ปริมาณอุปกรณ์มีอยู่เพียงน้อยไม่สอดคล้องความต้องการของนักเรียน มีอุปกรณ์หลายชนิดที่นักเรียนใช้ทดลองแล้วไม่หมด ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายว่าความสนใจ จะเห็นได้ว่าที่กล่าวมานี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างราบรื่นเท่าที่ควร เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ความคิดรวบยอดของนักเรียน การมีแผนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำไม่ได้เต็มที่ ซึ่งเป็นเครื่องหมายชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการอภิปรายประกอบการทดลอง ก็เหมือนกับการสอนแบบอื่น ๆ ในแง่ที่ว่าจะต้องประสบกับปัญหาและความยุ่งยากต่าง ๆ ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายประกอบการทดลองนี้ ควรเป็นเพียงองค์ประกอบในการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ไม่ควรนำมาเป็น

การสอนที่สมบูรณ์แบบ ควรนำวิธีการสอนแบบอื่น ๆ มารวมใช้ด้วย (สสวท. 2519 : 10)

การที่จะสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความถนัดในทางวิทยาศาสตร์ที่มีระดับที่เป็นรูปธรรม (Concrete) และนามธรรม (Abstract) ซึ่งมีความต่อเนื่องอย่างลึกซึ้งตลอดเวลานั้น ควรต้องเลือกวิธีการสอนและการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน รวมทั้งการจัดอุปกรณ์ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อเรื่อง (พวงมหาวิทยาลัย 2523 : 6) จากการศึกษาเรื่องพัฒนาการทางความคิดของเด็กตามทัศนะของ เพียเจต์ (Piaget อ้างอิงจาก สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 106 - 109) พบว่า การพัฒนาทางความคิดของคนจากวัยเด็กไปสู่วัยรุ่นจะมีพัฒนาการเป็นระยะ (Stage) ตามลำดับขั้นโดยไม่มีการข้ามขั้น เด็กที่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีอายุประมาณ 12 - 14 ปีขึ้นไป และมีพัฒนาการทางความคิดอยู่ในขั้นคิดหาเหตุผลจากประสบการณ์ที่เรียกว่านามธรรม (Formal operational stage) เด็กจะเริ่มคิดแบบนามธรรมได้ การสอนอาจลดอุปกรณ์การสอนไปบ้าง สามารถสร้างความคิดรวบยอดจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ทั้งนี้ในการเรียนการสอนอาจนำประสบการณ์เรื่องมาจัดประกอบการสอนได้ เช่น รูปภาพ พู่ชาทอง ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิด และเกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้ (พวงมหาวิทยาลัย 2524 : 9)

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในทางการศึกษามาก จึงมีการนำเอาสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะสื่อการสอนมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ (Kinder. 1959 : 42) รูปภาพและแผนภูมิช่วยให้เราเป็นสื่อการสอนที่สำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นด้วยตา มีความรู้อย่างกว้างขวางได้เห็นโลกในลักษณะต่าง ๆ ด้วยตา รูปภาพจึงเป็นเสมือนหน้าต่างภาษาสากลที่จะสื่อความหมายถึงแม้จะอ่านคำบรรยายไม่ออก ก็สามารถเข้าใจความหมายของภาพได้ (ฉัตร บวรจรรย์ 2522 : 22) ซึ่งสอดคล้องกับที่ บรอกแมน (Brockman. 1956 : 268) ได้สรุปไว้ว่า รูปภาพเป็นอุปกรณ์การสอนที่สามารถใช้ประกอบการสอนได้ทั้งขั้นประถมศึกษาจนถึงอุดมศึกษา และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิจารณารายละเอียดโลกาของการ ความคิดต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรมจะสามารถเรียนรู้ได้โดยอ้อมภาพ และจากการศึกษาของไวสเบิร์ก (Weisberg. 1970 : 3867) พบว่าการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในวิชาธรณีวิทยาของกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปภาพและ

ไคอะแกรมจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการอ่าน

เกี่ยวกับรูปแบบของการนำเสนอความรู้ Bruner (Bruner. 1966 : 44 - 45) ได้กล่าวไว้ว่าสามารถที่จะนำเสนอความรู้ได้ 3 รูปแบบคือ แบบแรกคือใหญ่เรียนรู้ปฏิบัติการ ค้นคว้าหรือทดลอง แบบที่สองคือใหญ่เรียนรู้ศึกษาจากรูปภาพและแผนภูมิ แบบสุดท้ายคือใหญ่เรียนรู้ศึกษาจากข้อความ ข้อเขียน หรือหนังสือ การที่จะเลือกใช้รูปแบบใดในการนำเสนอความรู้ จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างในระดับอายุและลักษณะของผู้เรียน รวมทั้งต้องพิจารณาถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชาที่จะนำเสนอ และเมื่อมาพิจารณาในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนที่เป็นความคิดรวบยอดนั้น เพลลา (Pella. n.d. citing Romey. 1968 : 114 - 121) ได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concept) ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) และความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (Theoretical concept) ซึ่งความคิดรวบยอดทั้งสามนี้มีความหมายแตกต่างกันในแง่ของการนำไปใช้ จากความคิดรวบยอดที่มีความหมายแตกต่างกันนี้ จึงควรที่จะมีการศึกษาหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาหาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง เพื่อที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอด และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปตรงตามเป้าหมายของการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดกิจกรรมตามวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิเปรียบเทียบกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ สสวท. ก็ได้ใช้อยู่แล้วในเนื้อหาที่ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองได้จริง แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะทดลองทำในบทเรียนที่สามารถจะใช้สอนโดยใช้อุปกรณ์รูปภาพและแผนภูมิกับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองควบคู่กันการทดลองได้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งจำแนกตามประเภทของความคิดรวบยอดดังนี้

1.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

1.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์

1.3 ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง โดยจำแนกตามประเภทเช่นเดียวกับข้อ 1

ความสำคัญของ การศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาจะชี้ให้เห็นว่า การสอนความคิดรวบยอดบางประเภทอาจจะไม่จำเป็นต้องใช้กิจกรรมการทดลองแต่เพียงอย่างเดียว และจะทำให้ทราบความจำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบใดจึงจะทำให้การสอนความคิดรวบยอดแต่ละประเภทได้อย่างเหมาะสม

2. ผลการศึกษาจะช่วยให้ครูและผู้บริหารของโรงเรียนนำไปเป็นแนวทางปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนการสอนในแนวเดียว และก่อให้เกิดการประหยัดทั้งเวลา ค่าใช้จ่าย สะดวกแก่ครูสอนที่จะนำไปใช้

3. ใ้คำตัวอย่างอุปกรณ์การสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิที่จะใช้ใน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเนื้อหาในบทเรียนที่ 6 เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเกษตรหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

3. ตัวแปรที่จะศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระใดก็ตาม

3.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

3.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

3.2 ตัวแปรตามใดก็ตาม

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดทางทฤษฎี

3.2.4 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.5 ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท

3.2.6 ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์

3.2.7 ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอดทางทฤษฎี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอด และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด หมายถึง ความรู้ของนักเรียนที่เกิดจากความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยกรณำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละคน ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มุ่งถึงคำจำกัดความหรือที่แจกแจงสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ หรือมุ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์ เช่น แมลงเป็นสัตว์ขา 6 ขา ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เป็นต้น

2.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มุ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการทำนาย หรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์ เช่น แสงเป็นอำนาจที่ลึกลับหรือลึกลับวัตถุให้เคลื่อนที่ เป็นต้น

2.3 ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการเพื่อหารูปแบบที่จะนำไปใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์ เช่น อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ที่ประกอบกันด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน เป็นต้น

สำหรับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภทนี้ วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภท เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ที่มีระบบ ทำให้เกิดพัฒนาการด้านสติปัญญา อันได้แก่ กระบวนการด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดค่าและความคงตัวแปร

การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใด ๆ จนเกิดความรู้ความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด

5. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามข้อ 2 และข้อ 3 ในเนื้อหา ซึ่งได้คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

6. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ระลึกถึงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และความคิดรวบยอดทางทฤษฎีที่นักเรียนนำไปแล้ว หลังจากที่ได้กำหนดให้ช่วงเวลาห่างจากการเรียนการสอนครั้งสุดท้ายเสร็จสิ้นลง เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดฉบับเดิม

7. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางความคิด โดยเน้นวิธีการที่ใฝ่หาความรู้ และตัวความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตของการค้นคว้า มีขั้นตอนในการสอนที่สำคัญคือ

7.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาโดยสังเกตจากวัตถุหรือปรากฏการณ์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐาน และสามารถออกแบบการทดลองได้

7.2 ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลที่ใฝ่หา การสังเกต การวัด การทดลอง และข้อมูลที่ใฝ่หาจากแหล่งอื่น ๆ ในขั้นนี้ นักเรียนจะสามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล และการร่วมกันอภิปราย เพื่อตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

7.3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปราย เพื่อนำมาจากการลงข้อสรุปไปตรวจสอบกับสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการ

ปรับปรุง สมมติฐานตามผลของการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อใดข้อสรุปที่แน่นอนแล้ว ผลสรุปนั้นจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งจะสามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหา หรืออธิบายในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสมมติฐานได้

8. รูปภาพและแผนภูมิ หมายถึง หัตถ์วัตถุที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยที่รูปภาพ คือ ภาพถ่าย ภาพวาดเหมือนจริง การตูน ส่วนแผนภูมิคือ ภาพที่ทำความเข้าใจอธิบายข้อมูล โครงสร้าง และกระบวนการ โดยมีสัญลักษณ์เข้าไปเกี่ยวข้องในหนึ่งจะใช้ร่วมกัน ซึ่งเป็นรูปภาพและแผนภูมิที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

9. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากกระบวนการทางความคิด โดยใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนประเภท รูปภาพและแผนภูมิร่วมกันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

9.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยการใช้สังเกตจากรูปภาพและแผนภูมิ จะทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา และนิยามปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองได้

9.2 ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลที่ได้อาจการสังเกตและข้อมูลที่ได้รับการรวบรวมมาจากแหล่งอื่นในลักษณะของรูปภาพและแผนภูมิ ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล โดยมีการอภิปรายรวมระหว่างครูและนักเรียน เพื่อสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

9.3 ขั้นสรุปผลจากการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการลงข้อสรุปไปตรวจสอบกับสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสมมติฐานตามผลของการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อใดข้อสรุปที่แน่นอนแล้ว ผลสรุปนั้นจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งจะสามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหา อธิบายสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับปัญหาได้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิประกอบ

10. อุปกรณ์การทดลอง หมายถึง อุปกรณ์การสอนที่ใช้ประกอบการสอนด้วยการทดลอง

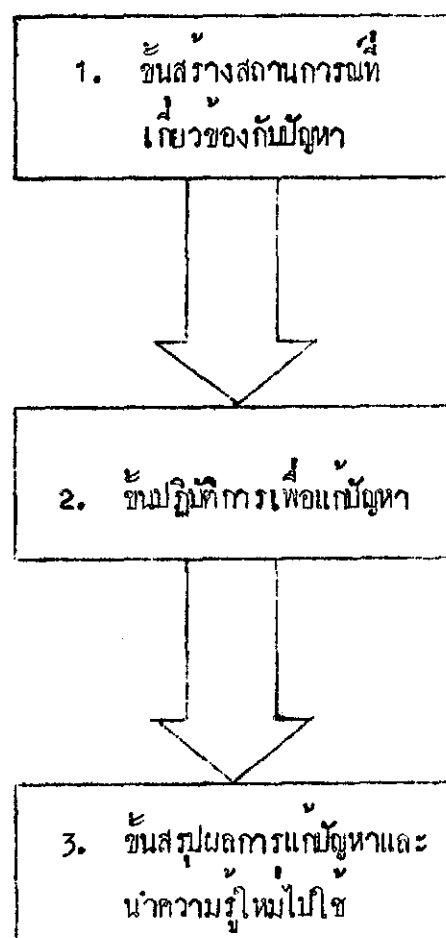
โดยเก เครื่องมือทดลอง วัสดุชิ้นเป็ล่อง สารเคมี ตัวอย่างจากของจริง และของจริงที่ห้องใช้ในการทดลอง เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

/ 11. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณการทดลอง หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้กระบวนการทางความคิด โดยใช้อุปกรณการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามแผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

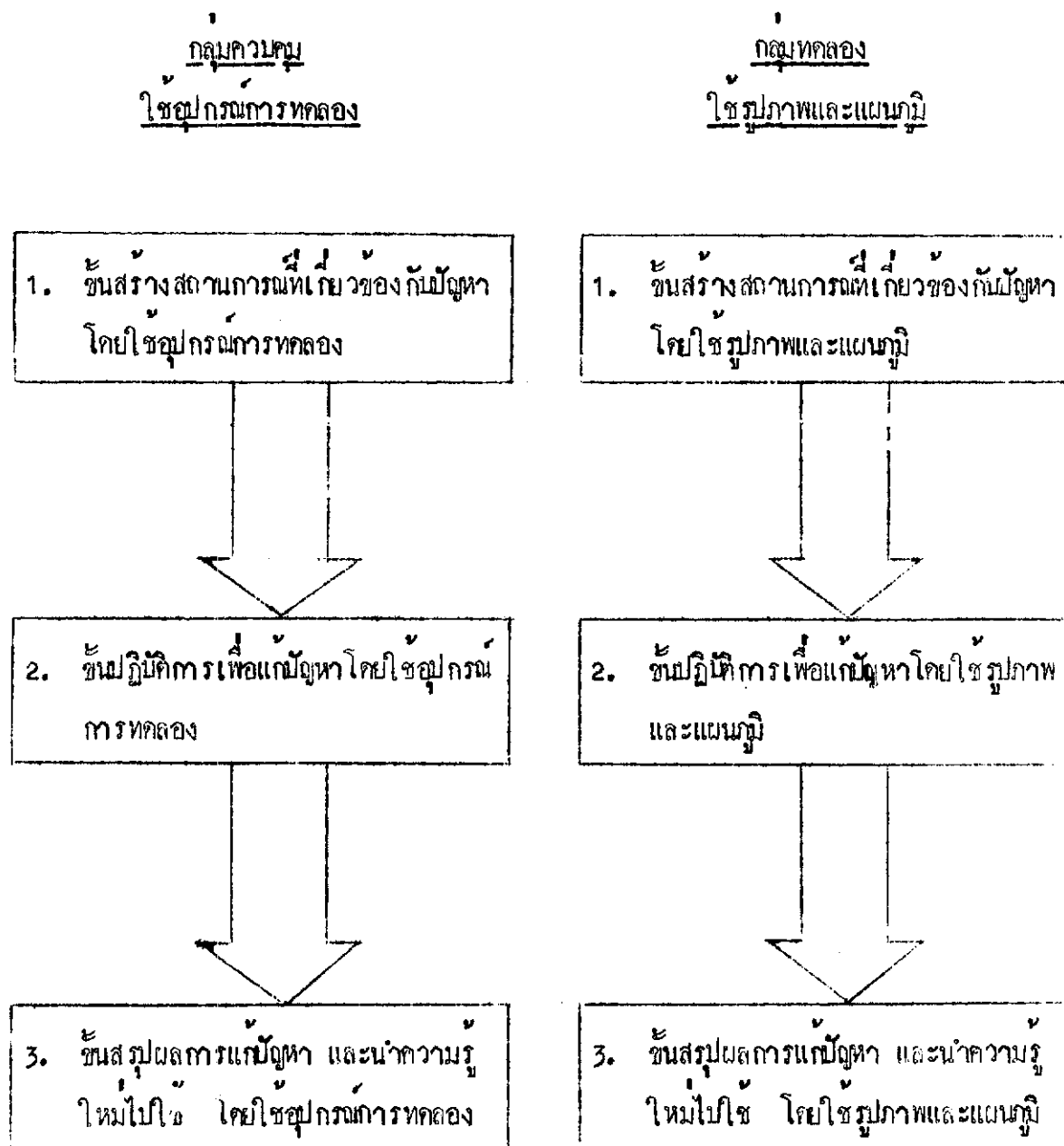
11.1 ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา โดยการสังเกตจากอุปกรณการทดลองที่ครูได้สร้างสถานการณ์ไว้ จะทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง

11.2 ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา เป็นขั้นของการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลที่เ้าจากก ฏปฏิบัติการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล โดยมีการรวมอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

11.3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำผลจากการลงข้อสรุปไปตรวจสอบกับสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสมมติฐาน ถาถนของการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อได้ข้อสรุปที่แน่นอนแล้ว ผลสรุปนั้นจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ใหม่นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอธิบายสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาได้ โดยใช้อุปกรณการทดลองประกอบ



ภาพประกอบ 1 แสดงรูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้



ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปแบบ
การเรียนรู้ กับใช้รูปแบบการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้จำแนกไว้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- 1.1 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ความถนัดทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความคงทนของความคิดรวบยอด
- 1.5 การใช้อุปกรณ์ประเภทรูปภาพและแผนภูมิประกอบการเรียนการสอน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- 2.1 วิธีสอนความคิดรวบยอด
- 2.2 การใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนความคิดรวบยอด
- 2.3 วิธีสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

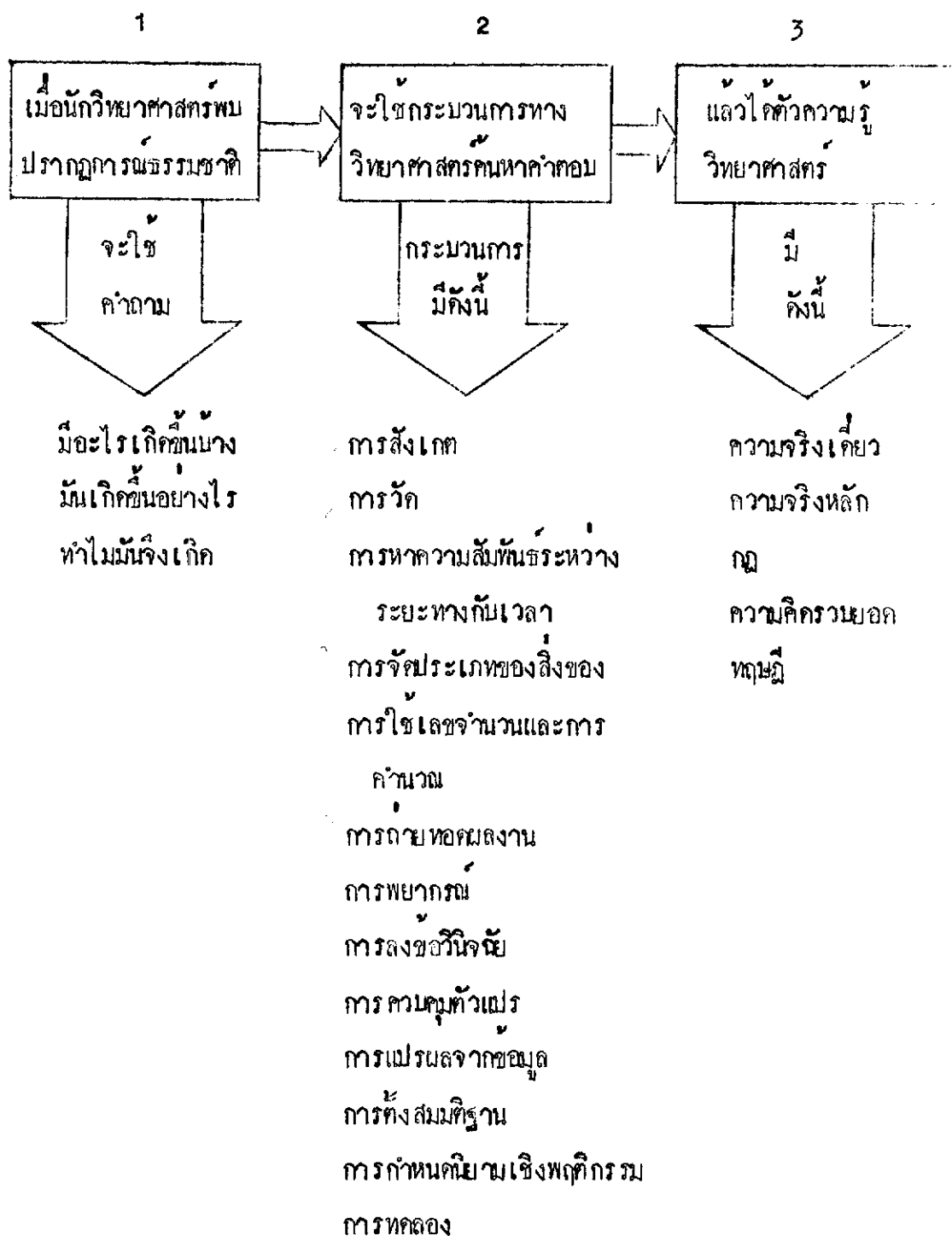
ในการเรียนการสอนนี้ ผู้สอนต้องทราบว่า นักศึกษาได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการ
ใหญ่เรียนเกิดการเรียนรู้ในคาบใดบ้าง สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
ปีพุทธศักราช 2521 มีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม

จากจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงมุ่งให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้โดยตนเอง มีความเข้าใจในหลักการทฤษฎีขั้นพื้นฐาน มีความรู้ในความคิดรวบยอดที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจถึงวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม มีความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาคำกล่าวอ้าง รู้จักใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ การเรียนการสอนในลักษณะนี้ เป็นการจำลองรูปแบบการทบทวนของนักวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า การแสวงหาความรู้

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาประกอบด้วยสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นผลผลิต (Product) อันได้แก่ ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ ทฤษฎี สมมติฐานและกฎ เป็นต้น และส่วนที่เป็นกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ (Robinson, 1972 : 48) สำหรับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาที่เขาสนใจนั้น จะอาศัยกระบวนการอยู่ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรก เป็นการพบปรากฏการณ์ของธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์จะถามตนเองว่ามีอะไรเกิดขึ้น มันเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเกิดขึ้น ขั้นที่สอง เป็นการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือปรากฏการณ์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการเฉพาะอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นเรียกว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ใช้การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การคำนวณ การวัด การพยากรณ์ เป็นต้น ขั้นที่สาม เป็นคำตอบของปัญหาหรือของปรากฏการณ์ ซึ่งเป็นตัวความรู้วิทยาศาสตร์ (สุวัชร กนิยัค 2517 : 10) เขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า การไขว้ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดจากการมีกระบวนการ การทางวิทยาศาสตร์ไปค้นหาคำตอบของปัญหาที่พบในปรากฏการณ์ของธรรมชาติ ฉะนั้นในการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปสืบเสาะหาความรู้ มีใช้เพียงสอนแต่ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น นิค สะเพียรชัย (นิค สะเพียรชัย 2518 : 21) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ถ้าเป็นเพียงการถ่ายทอดความรู้ให้กับ ผู้เรียนแล้ว ความสามารถในการคิดค้นหาสาเหตุ การวิเคราะห์และแก้ปัญหาจะไม่เกิดขึ้น ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับมาก็จะเลือนหายไปโดยง่าย

รูปแบบที่คล้ายคลึงกับการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ ที่จะนำมาใช้ในการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ดังที่ หารภรณ์ ชัยโอกาส (วารสาร ชัยโอกาส 2521 : 53 อ้างอิงมาจาก Suchman, n.d.) กล่าวว่า กิจกรรมในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐาน ทดสอบ สมมติฐานให้ครอบคลุมที่ความหมายใดด้วยตนเอง เป็นวิธีการที่จะช่วยให้การเรียนรู้มีระเบียบ วิธีแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ซัน (Sund. 1973 : 37) ได้กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการค้นหาคำตอบ โดยเน้นที่วิธีการให้ไขว้ซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิต ของการศึกษาค้นคว้า ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้วางแผนกำหนดวิธีการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ในที่สุดผู้เรียนก็จะค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบ ซึ่งจะตรงกับเจตนารมณ์แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ความรู้ วิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

ซันด์ และ ไทรมบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 63) ได้กำหนดขั้นตอน ในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ใช้คำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Asking insightful questions about natural phenomena)
2. กำหนดปัญหา (Formulating problem)

3. สร้างสมมติฐาน (Formulating hypotheses)
4. ออกแบบการทดลอง (Designing investigative approaches including experiments)
5. ปฏิบัติการทดลอง (Carrying out experiments)
6. สรุปผลเป็นความรู้ (Synthesizing knowledge)

ชุดแผน ไท่เมงขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

วรารณ ชัยโอกาส (วรารณ ชัยโอกาส 2521 : 54 อ้างอิงมาจาก Suchman, ed.)

1. ขั้นสังเกตและค้นหา (Searching)
2. ขั้นรวบรวมและประมวลข้อมูลเข้าด้วยกัน (Data processing)
3. ขั้นการค้นพบ (Discovery)
4. ขั้นการนำเอาสิ่งที่ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์อื่น (Verification)

ฟอล์ค (Falk, 1971 : 19 - 20) ได้กำหนดขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สืบค้นและตั้งปัญหา (Derive and state problems)
2. กำหนดสมมติฐานเพื่อตอบปัญหา (Formulate hypotheses)
3. ทำนายผลที่จะเกิดจากสมมติฐาน (Predict hypotheses)
4. ออกแบบและปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งการใช้ทักษะทางความคิดและการ

ปฏิบัติการ (Design and perform experiments. Includes manipulative as well as cognitive skill) เช่น การสังเกต การวัด การบันทึก การลงข้อสรุป เป็นต้น

5. แปลความหมายของข้อมูล (Interpret Data)

เอเซป (ASEP) (Australian Science Education Project, 1974 : 81)

ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ (The situation with provides the stimulus for inquiry)

2. ปัญหาที่ของการสืบเสาะหาความรู้ (The problem to which a solution is sought)

3. สรุปผลของการสืบเสาะหาความรู้ (The conclusion reached as the result of investigation)

ซึ่งในขั้นก่อนทั้ง 3 ข้างบน จะของคำอธิบายการกำหนดและนิยามปัญหา (Formulation and definition of the problem) และการค้นหาเพื่อแก้ปัญหา (search for a solution) แทรกอยู่ระหว่างขั้นก่อนทั้ง 3 ข้างบน

วิทยุธร วิเชียรโชติ (วิทยุธร วิเชียรโชติ 2521 : 33 - 35) ได้เสนอขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ไว้ 5 ขั้นตอน และได้เปรียบเทียบหลักอริยสัจสี่ในทางพุทธศาสนาไว้ด้วยดังนี้

ขั้นที่ 1 "สน" คือ ขั้นการรู้สิ่งที่เป้าหมายเป็นการถึงความรู้ในทางความรู้พื้นฐาน
ทำเป็น

ขั้นที่ 2 "ส" คือ ขั้นสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของจิต ครุสร้างสถานการณ์ขึ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์องค์ประกอบของตัวปัญหา และธรรมชาติของปัญหาเปรียบเทียบกับหลักอริยสัจสี่คือ ขั้น "ทุกข์"

ขั้นที่ 3 "อ" คือ ขั้นของการอธิบายปัญหาของจิต โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผล อธิบายในรูปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎี เปรียบเทียบกับหลักอริยสัจสี่คือขั้น "สมุทัย"

ขั้นที่ 4 "ท" คือ ขั้นการท้านายผล เมื่อเราแปรเหตุกรรม ทั้งสมมติฐานและพิสูจน์สมมติฐาน ให้นักเรียนคิดอย่างรอบคอบเสียก่อนแล้วจึงลงมือปฏิบัติ การเรียนรู้ในขั้นนี้เป็นการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา เปรียบเทียบกับหลักอริยสัจสี่คือ ขั้น "นิโรธ"

ขั้นที่ 5 "ค" คือ ขั้นการควบคุมและการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในนำของการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีที่กำหนดไว้ เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน ส่งเสริมการเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์ เปรียบเทียบกับหลักอริยสัจสี่คือขั้น "มรรค 8"

สื่อกลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง "สน - ส - อ - ท - ค"

ก็คือ การถาม – ตอบ อธิบายให้นักเรียนแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การค้นพบหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้จริงในรูปประยุกต์วิชา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 2524 :

5 – 6) ใ้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากดูอยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนปฏิบัติ
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นพี่เลี้ยงอยู่ด้วย นักเรียนจะได้รวบรวมข้อมูล
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะคงใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมได้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วย คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ก่อนนั้น นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากดูอยากเห็น มีแนวความคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารข้างต้นพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่า ทุกแบบมีความคล้ายคลึงกัน คือมีการสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา มีการสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้ จะมีที่แตกต่างกันก็เพียงข้อปลีกย่อยเท่านั้น

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นความรู้ที่สะสมไว้เท่านั้น แต่รวมถึงวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความงอกงามทางปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ตนเองอยู่ทดลองจะมีโอกาสฝึกฝนในสถานการณ์ปฏิบัติ และพัฒนาความนึกคิดไปเรื่อย ๆ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบนี้

เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) (ศสวท. 2520 : 123)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะแบ่งออกเป็นประเภทและประกอบไปด้วยอะไรบ้างนั้น ยังไม่มีการกำหนดอย่างแน่ชัด ทั้งนี้เพราะมีผู้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน เช่น โอเค และฟิลด์ (Okey and Field. 1973 : 1 - 10) ได้สรุปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 10 ประการ คือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent or manipulated variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent or responding variables) หรืออะไรเป็นเหตุก่อให้เกิดผลนั้น
 2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a table of data) หมายถึง ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลองและจากข้อความใด
 3. การเขียนกราฟ (Construction a graph) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟ จากคำอธิบาย หรือจากผลการทดลองใด
 4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing relationship between variables) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
 5. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Acquiring and processing your own data) คือ ความสามารถในการทำการรวบรวมและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้
 6. การวิเคราะห์ผลการทดลอง (Analyzing investigations) คือ ความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง การตั้งสมมติฐานที่จะทดสอบได้ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น
- ตัวแปรที่อาจมีส่วนหรือมีผลกระทบกระเทือนต่อผลของการทดลองเรียกว่าตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled variables) การทดลองทุกครั้งต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปร

ภายนอกเข้ามามีส่วนทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อการทดลอง

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing hypothesis) คือความสามารถที่จะคาดคะเนผลที่เกิดเมื่อกำหนดตัวแปรให้ หรืออาจกล่าวได้ว่าสมมติฐานหมายถึง การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining variable operationally) คือความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการคือการกำหนดลงไปว่า จะจัดตัวแปรอิสระและตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing investigations) คือความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานให้

การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกตัวกลาง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามสมมติฐานที่ได้วางไว้

- ซันด์ และ ไทโรบริจ (Sund and Trowbridge, 1973 : 188 - 190)

ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เด็กได้พัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะเกี่ยวกับวิธีหาความรู้ (Acquisitive skills) ได้แก่ การฟัง การสังเกต การค้นหา การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย

2. ทักษะในการจัดระเบียบ (Organization skills) ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน - แตกต่าง การจัดจำแนก การเรียบเรียงอย่างเป็นระเบียบ การเขียนโครงเรื่อง

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative skills) ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบปัญหา การออกแบบวิธีการใหม่ ๆ หรือเครื่องมือทดลองระบบใหม่ ๆ การประดิษฐ์และการสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative skills) ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การสาธิต การทดลอง การซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องมือ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicating skills) ได้แก่ การตั้งคำถาม การบรรยาย การอภิปราย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสอนเพื่อน ๆ ใด

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้มีทั้งหมด 13 กระบวนการ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (basic process skill) และทักษะเชิงซ้อน (integrated process skill) ดังนี้ (AAAS. 1970 : 33 - 176)

ทักษะเบื้องต้น (basic process skills)

1. การสังเกต (observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

2. การวัด (measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรวัดได้

3. การใช้จำนวนเลข (Using number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง เส้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกันสัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูด หรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using space time relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิได้หมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เพื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของตุลุมมนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาค่าแห่งของวัตถุที่เคลื่อนเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (infering) หมายถึงการอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (predicting) หมายถึงการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน (integrated process skills)

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึงการให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกเลยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying controlling and manipulating variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่องค์ควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่า ผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผล และการตีความหมายข้อมูล (data processing and interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางข้อความ ข้อความถึงตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (designing and investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นโยบายปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะกรรมการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมเป็นฉบับร่างแนบไว้ 13 ทักษะดังนี้ (สสวท. ๒๕.ป. 1 - 13)

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ใ้โดย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือใ้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในการวัดกาย

3. การจำแนกประเภท หมายถึงการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส และสเปสกับเวลา
สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองหรือกั้นที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล
การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจะแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาค่าเฉลี่ย การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่
การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น ๆ โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนโคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึงการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ให้มาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าคอมพิวเตอร์จากการทดลองโดยอาศัย

บรรดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำอธิบายล่วงหน้า ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้จากประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎหลักการ

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร หรือค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้สามารถทำการทดลองได้เป็นเหตุจำเริญกัน

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การตั้งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้น ๆ หรือตัวแปรที่เรากำลังทำการทดลองดูว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป เป็นตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงไป

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มต้นด้วยการออกแบบการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ การใช้เครื่องมือโดยถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และบางครั้งการรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมมติฐานใหม่เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มีความจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอนแล้วทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การใช้คำถามของครู (สสวท. 2520 : 8 - 10) คำถามที่จะนำไปใช้ในการสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกได้เป็น 7 ประเภท คือ

1. คำถามนำไปสู่การสังเกต คือ คำถามที่ให้นักเรียนแล้วนักเรียนจะตอบได้ จะต้องใช้ทักษะการสังเกต ซึ่งอาศัยประสาทสัมผัสอย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมกันเข้าไป สัมผัสโดยตรงกับวัตถุ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ เพื่อหาข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ
2. คำถามนำไปสู่การอธิบาย คือ คำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาตีความหมาย และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและข้อสรุป
3. คำถามนำไปสู่การคำนวณ คือ คำถามที่ต้องการให้นักเรียนนับสิ่งที่สังเกตได้ และไว้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับโดยไม่มีเครื่องมือวัด ตลอดจนการคิดคำนวณหาค่าใหม่ และไว้ตัวเลขแสดงจำนวนที่หาใหม่ได้
4. คำถามนำไปสู่การจำแนกประเภท คือ คำถามที่ต้องการให้นักเรียนรู้จักแบ่งวัตถุหรือสิ่งของที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่นักเรียนกำหนดเองหรือครูกำหนด หรือนักเรียนใดรู้จักยกกฎเกณฑ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่ม หรือกำหนดกลุ่มที่แบ่งได้
5. คำถามนำไปสู่การพยากรณ์ คือ คำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นว่า ๆ หรือเกิดขึ้นจนมองเห็นแนวโน้มของสิ่งนั้นหรือเกิดขึ้นต่อไป หรือกฎหลักการและเหตุผลมาใช้ในการทำนายหรือคาดคะเน
6. คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน คือ คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากสถานการณ์หนึ่งไปในการกำหนดคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์เดิมนี้ หรือคำตอบที่ครูกำหนดข้อมูลแล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อมูลนั้น
7. คำถามนำไปสู่การออกแบบ การทดลอง คือ คำถามที่ต้องการให้นักเรียนยกวิธีขั้นตอนและวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ในการทดลอง ตลอดจนตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ทฤษฎีเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวงกว้าง ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มารวมในการเรียนการสอนด้วย

1.3 ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า วิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทั้งตัวความรู้ ซึ่งถือเป็นผลผลิต (Product) และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ (Process) ในส่วนที่เป็นความรู้นั้น ได้แก่ มโนทัศน์เรื่อง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี เป็นต้น ส่วนที่เป็นความคิดรวบยอดนั้นเป็นเรื่องราวของความรู้ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและ นักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความคิดรวบยอดกันโดยใช้ความหมายไว้อย่างต่าง ๆ กัน กล่าวคือ

กู๊ด (Good, 1945 : 90) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า เป็นความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือสัญลักษณ์ที่สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าแยกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้ หรือเนื่องมาจากวัตถุ สัญลักษณ์ สถานการณ์แต่ละประเภทซึ่งมีลักษณะเอกลักษณ์ของตัวเอง เป็นตัวนำให้เกิดการสรุป รวบรวมอ้างอิงเป็นความคิด สรุปรวม (Generalized idea) ขึ้น

กิลฟอร์ด (Guilford, 1952 : 1 - 3) กล่าวถึงความคิดรวบยอดไว้ว่าเป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่ได้มาจากประสบการณ์ของการผ่านพบเห็นสิ่งของต่าง ๆ ในรู้จักแยกแยะสิ่งของเหล่านั้นออกเป็นจำพวกต่าง ๆ ได้ และในจำนวนหนึ่ง ๆ ก็มีลักษณะรวมกันอยู่

ลินด์สมิธ และ สเตราสส์ (Lindsmith and Strauss, 1957 : 65 - 68) ได้สรุปไว้ว่า ความคิดรวบยอดนั้นใกล้เคียงกับการจัดประเภท (Categories) บางครั้งก็เหมือนกัน แต่ความคิดรวบยอดนั้นมีความหมายกว้างกว่าการจัดประเภท เพราะครอบคลุมการจัดประเภทเอาไว้ด้วย

แมคโดนัลด์ (McDonald, 1959 : 135) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่าเป็นกลุ่มของระบบสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน แกคราว (Grow, 1960 : 95) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นความหมายสรุป (Generalized meaning)

แสดงความหมายในรูปสัญลักษณ์ที่แสดงความสัมพันธ์ของประสบการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ วาเรน (Waren. 1934 : 54) ที่อธิบายไว้ว่าความคิดรวบยอดเป็นสถานการณ์หรือกระบวนการของสมอง ซึ่งมีความหมายหรืออาจเป็นสิ่งที่ของ หรือประสบการณ์ที่มีมากกว่าหนึ่ง หรือความสัมพันธ์ของวัตถุสิ่งหนึ่ง กับสิ่งอื่น ๆ

ดีเซคโค (DeCecco. 1968 : 383 - 386) ได้อธิบายความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นกลุ่มของเหตุการณ์หรือสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่ สิ่งเร้านี้อาจเป็นสิ่งที่ของ เหตุการณ์หรือบุคคลต่าง ๆ ซึ่งเรากำหนดความคิดรวบยอดของสิ่งเหล่านี้ด้วยการเรียกชื่อ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความคิดรวบยอดของสิ่งต่าง ๆ มีลักษณะเฉพาะ (attributes) หรือลักษณะใหญ่ (dimension) และลักษณะย่อย (values)

ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Science Education) ได้มีผู้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concept in Science) ไว้หลายท่านด้วยกัน ดังต่อไปนี้

โรเมย์ (Romey. 1968 : 122 citing Novak. 1965 : 72 - 83) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริงและประสบการณ์

ซันด์ (Sund. 1973 : 17) ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้ และสรุปรวมออกมา ซึ่งสอดคล้องกับฟอล์ก (Falk. 1971 : 29) ที่กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นการสรุปที่ใช้ในการจำแนกค่า ความคิด วัตถุ ความรู้สึก ทักษะเป็นต้น ซึ่งจะต้องมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน

มังกร ทองสุกชี (มังกร ทองสุกชี 2521 : 94) ได้กล่าวว่า ความคิดรวบยอดหมายถึง ระบบของการทำความเข้าใจ ที่มีความหมายมากกว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาสร้างความคิดรวบยอดนั้น หรือการนำข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความหมายที่พึงเข้าใจได้

คณะบูรณกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2524 : 4) ได้สรุปไว้ว่า ความคิดรวบยอดหมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ

สิ่งหนึ่ง หรือเรื่องหนึ่งอย่างใด ๆ ระบบ แล้วให้รู้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากความหมายของความคิดรวบยอดของนักจิตวิทยาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาข้างต้น จะสรุปความหมายของความคิดรวบยอดได้ว่า หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ประเภทของความคิดรวบยอด

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner and other. 1957 : 41 - 43) ได้จำแนกความคิดรวบยอดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive concepts) เป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของลักษณะใหญ่ (Attributes) ตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เช่น สมบัติเป็นวงกลมใหญ่ นอกไม่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ สุนัขขนยาวสีขาว เป็นต้น ลักษณะใหญ่ที่มาร่วมกัน คือ สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น

2. ประเภทแยกลักษณะ (Disjunctive concepts) เป็นความคิดรวบยอดที่เปิดโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน เช่นคำว่า ในการ เล่นแบบสโกล อาจหมายถึงบอลที่ขว้างได้ดี หรือตีบอลไปถูกสามครั้ง หรือบอลที่ขว้างมาดี แต่ตีไม่ถูกสามครั้ง

3. ประเภทสัมพันธ์ลักษณะ (Relational concepts) เป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ สภาวะหรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างหรือมากกว่า เช่น ภาษี เงินได้ สัมพันธ์กันกับรายได้ เป็นต้น

ดีเซคโค (DeCecco. 1968 : 390 - 393) ได้จำแนกประเภทของความคิดรวบยอดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากคุณลักษณะร่วมกัน (Conjunctive concepts) ความคิดรวบยอดแบบนี้แสดงว่า คุณค่าที่เหมาะสมของคุณลักษณะ ชนิดต่าง ๆ ปรากฏอยู่ร่วมกัน เช่น สุนัข จำเป็นต้องมีลักษณะปรากฏร่วมกันในด้านสี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น

2. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากคุณลักษณะที่แย้งกัน (Disjunctive concepts)
 ความคิดรวบยอดลักษณะนี้นั้น คุณค่าที่เหมาะสมของคุณลักษณะอันหนึ่ง หรืออีกอันหนึ่ง หรือทั้งสองอัน
 ปรากฏอยู่ในความคิดรวบยอดประเภทนี้ คุณลักษณะและคุณค่าใช้แทนกันได้

3. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากลักษณะสัมพันธ์ (Rational concepts)
 ความคิดรวบยอดที่เกิดจากลักษณะเชิงสัมพันธ์ เป็นความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์เฉพาะระหว่าง
 คุณลักษณะ เช่น บัตรทุกใบมีจำนวนภาพและเส้นขอบเท่ากัน บัตรทุกใบมีรูปภายนอกกว่าเส้นขอบ
 หรือบัตรทุกใบที่มีเส้นขอบน้อยกว่าจำนวนรูปภาพ เป็นต้น

โรเม (Roney, 1968 : 118 citing Rella, 1966 : 31-34) ได้
 แบ่งประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concept)
 เป็นความคิดรวบยอดที่ใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ความคิด
 รวบยอดของแมลง จะกล่าวถึง แมลงเป็นสัตว์ที่มีหกขา สัตว์สามท่อน เป็นต้น

2. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept)
 เป็นความคิดรวบยอดที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของวัตถุ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น
 ความคิดรวบยอดของแรง จะกล่าวว่า แรงเป็นอำนาจที่ผลักดันหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิด
 รวบยอดที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น ความคิดรวบยอดของอะตอมจะ
 กล่าวว่า อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และ
 อิเล็กตรอน

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
 (ทบวงมหาวิทยาลัย 2524 : 6 - 7) ได้จำแนกความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น
 3 ประเภท ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เป็นสูตร
 คือ สิ่งที่มีมวลและต้อง การที่อยู่

2. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุดหนุนมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากการนำเอาเหตุผลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปรวมเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องกันแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจความคิดรวบยอดเหล่านั้นได้จะต้องมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสัตว์ จะกล่าวว่า สัตว์ใหญ่การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ที่สามารถจะดำรงพันธุ์ต่อไปได้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับประเภทของความคิดรวบยอดดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า มีการแบ่งไว้หลายครั้งกัน จะมีส่วนที่แตกต่างกันบ้างก็คือ การที่จะนำเอาความคิดรวบยอดไปใช้เท่านั้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะยึดแนวการแบ่งประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของเพลลา (Pella) เป็นแนวทาง

ความสำคัญของความคิดรวบยอด

ความคิดรวบยอดมีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ การสอน และการดำรงชีพของมนุษย์มากทั้งที่ ออซูเบล (Ausubel, 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่าในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาของชีวิตอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เอง จึงทำให้ทุกคนอยู่ในโลกของความคิดรวบยอดมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมทางต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านการคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนแต่ต้องผ่านกระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอดมาก่อนทั้งสิ้น

ทอมป์สัน (Thompson, 1959 : 314 - 315) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดช่วยให้มนุษย์เข้าใจโลกที่อาศัยอยู่ มนุษย์จะนำความคิดรวบยอดที่เขาได้เรียนรู้แล้วมาช่วยทำให้เกิดความคิดในการบรรยายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว คุณสมบัติของความคิดรวบยอดที่ได้จากการเรียนรู้ มีได้มีขอบเขตของการใช้โดยเฉพาะในรูปของการสื่อสาร (Communication) เท่านั้น หากยังนำมาใช้ถึงเหตุผลและเชิงความคิดอีกด้วย

ดีส์ (Deese, 1958 : 415) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดว่า ความคิดเป็นรากฐานอันสำคัญของการเรียนรู้ การที่มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ย่อม

ขึ้นอยู่กับความคิดรวบยอดเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับที่ รัสเซลล์ (Russell, 1956 : 69) ได้กล่าวว่าความคิดรวบยอดที่สะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์จะช่วยให้ความคิดรวบยอดแตกฉานยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาของผู้ใหญ่ที่ดีกว่าของเด็กเพราะผู้ใหญ่มีความคิดรวบยอดกว้างขวางกว่าเท่านั้นเอง

นอกจากนี้การศึกษาในระบบโรงเรียนที่มีการเรียนการสอน **ประสิทธิ์ ศิริสมบัติ**

(**ประสิทธิ์ ศิริสมบัติ** 2554 : 19 อ้างอิงมาจาก Herbert and Richardson, n.d.)

เห็นว่า การเรียนรูความคิดรวบยอดเป็นจุดประสงค์อันสำคัญยิ่งของการศึกษาในโรงเรียนทุกระดับ การส่งเสริมเด็กเกิดความคิดรวบยอดด้วยเครื่องมือและวิธีการที่ถูกต้อง เป็นที่พึงกระทำมากกว่าการสอนให้เด็กท่องจำ ซึ่งในเรื่องนี้ สไนเดอร์ (Snyder, 1968 : 6) มีความเห็นในแนวเดียวกันกับ เดอร์เบอร์ก และริชาร์ดสันว่า การเรียนรู้ในชั้นจะต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น กล่าวคือ เมื่อนักเรียนเผชิญปัญหาใหม่ในการเรียน นักเรียนจะใช้ความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมจัดเรียงปัญหาให้เหมาะสมกับความสามารถของตน และจัดระเบียบประสบการณ์เดิมของตนเขาแก้ปัญหา

จำเนียร ช่างโชติ และคณะ (จำเนียร ช่างโชติ และคณะ 2518 : 3)

ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่ต้องใช้เป็นพื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้การรับรู้ต่าง ๆ ตลอดจนการเรียนรู้โคจรขยายวงกว้างออกไป มังกร ทองสุคติ (มังกรทองสุคติ 2521 : 94) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดช่วยให้การสอนปฏิบัติได้ผลดียิ่งขึ้น นักเรียนจะมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้เอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างกว้างขวางรวดเร็วและถึงแก่นของความรู้ จึงเป็นจุดมุ่งหมายประการหนึ่งของการให้การศึกษาแก่เด็กในปัจจุบัน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นเห็นได้ว่า ความคิดรวบยอดนั้นมีความสำคัญ และเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องได้ส่งเสริมและจัดกิจกรรมการเรียน การสอนให้นักเรียนได้เรียนรูความคิดรวบยอด ด้วยข้อความดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาหาวิธีการสอนให้เด็กเรียนรูความคิดรวบยอดในทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามเป้าหมายของการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

การสร้างความคิดรวบยอด

รัสเซลล์ (Russell, 1956 : 249) ได้กล่าวถึงความคิดรวบยอดว่า ความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานมาจากความหมายและความรู้ และการมีจุดมุ่งหมายในการพยายามที่จะทำความเข้าใจ การพัฒนาความคิดรวบยอดของเด็กเกี่ยวกับการเริ่มข้อ การวัด การแยกแยะ การสรุป และการมองเห็นหลักเกณฑ์ทั่วไป เขาอธิบายว่า ความคิดรวบยอดเหล่านี้คือ เหตุผลของการรับรู้ การจำ และการนึกถึงภาพเหตุการณ์ในการเลือกข้อความ (item) เรื่องที่แน่นอนทั้งสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกนั้น มักถูกนำโดยตัวประกอบทางอารมณ์ ความจริงเกี่ยวกับความจำเป็น และปัญหาที่ต้องแก้บ่อย ๆ ในกระบวนการที่นำไปสู่การจำแนก การเปรียบเทียบ ความแตกต่างจากสิ่งที่สัมพันธ์กัน ผลรวมของหลักเกณฑ์หรือการตอบสนองต่อสถานการณ์ การรับรู้ การจำ และการนึกคิดเป็นองค์ประกอบของความคิดรวบยอด

เบญจวรรณ กองศิริ (เบญจวรรณ กองศิริ 2523 : 28 อ้างอิงมาจาก Humfley.n.d.) ได้บอกเกี่ยวกับการสร้างความคิดรวบยอดไว้ว่า ขั้นตอนการสร้างความคิดรวบยอดนั้นอาจมีเพียงการนิยามและนำไปสู่การสรุปครอบคลุมได้เลย โดยการรวม การแยกแยะไว้ในขั้นเดียวกันกับการนิยาม ขบวนการนิยามนั้นอาจบรรลุไปสู่ขั้นการครอบคลุมโดยทันทีทันใด หรือค่อยเป็นค่อยไปก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเห็นความสำคัญของเหตุการณ์ การเชื่อมโยงไปหาสิ่งที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ส่วนละเอียดของสิ่งเรานั้น การรับรู้ในส่วนหนึ่งของเหตุการณ์หรือสิ่งเรานั้นเปลี่ยนแปลงไป การเข้าใจและหาทางที่จะตอบสนองต่อสิ่งเรานั้น

รีด (Read, 1964 : 71 - 87) อธิบายกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดไว้ว่าประกอบด้วยลำดับขั้น 3 ขั้น คือ ขั้นแรกเป็นการสงสัย และทำความเข้าใจกับสิ่งเร้า ขั้นที่ 2 เป็นขั้นการค้นคว้าและทดลองหาข้อสรุป ขั้นที่ 3 เป็นการประเมินผล และตรวจสอบข้อสรุปนั้น

โลเวลล์ (Lovell, 1966 : 12 - 13) ให้ความเห็นว่า กระบวนการทางจิตวิทยาที่ต้องใช้ในการสร้างความคิดรวบยอดมี 3 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ การรับรู้ (Perception) การนิยาม (Abstraction) และการสรุปครอบคลุม (Generalize) กระบวนการนิยามเป็นจุดสำคัญของการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งได้แก่ลักษณะเด่นที่ร่วมกันของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น เด็กจะสร้างความคิดรวบยอดได้ก็ต่อเมื่อเขาสามารถเห็น จำแนก (Discrimination)

คุณสมบัติของวัตถุเรียนเหตุการณ์เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุม (Generalization) จนไปถึงและ เจาะที่รวมกันของสิ่งที่เขาค้นพบ

เฮอร์ล็อก (Hurlock, 1964 : 491 - 492) เห็นว่า ขั้นสำคัญที่จะสร้างความคิดรวบยอดขึ้นได้นั้น บุคคลจะต้องมีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ มองเห็นความหมายสำคัญของการรับรู้ ทั้งจะต้องให้เหตุผลได้ว่า การรับรู้ที่ได้จากการตีความหมายแล้ว มีลักษณะใดเหมือนกัน และลักษณะใดต่างก็บ้าง จึงจะสามารถจัดกลุ่มสิ่งเร้า ให้เป็นพวกเดียวกันหรือต่างพวกกันได้

เกรม และ กรันฟิลด์ (Krech and Crutchfield, 1958 : 464 - 456) เชื่อว่าการสร้างความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการค้นพบลักษณะบางประการที่เป็นลักษณะร่วมของวัตถุ ซึ่งเป็นพวกเดียวกัน เช่น พบว่า ช้าง ม้า หนู คน ปลา วาฬ ต่างมีคอม่าน้ำนม และลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะร่วมของสิ่งมีชีวิตที่กล่าวมา ซึ่งแตกต่างไปจากสัตว์จำพวกอื่น เช่น นก ปลา งู เป็นต้น การที่เราพบลักษณะเหล่านี้ เป็นการสร้างความคิดรวบยอดของคำว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนั่นเอง

ออสซูเบล และ ซัลลิแวน (Ausubel and Sullivan, 1970 : 611 - 612) ได้สรุปกระบวนการทางจิตวิทยา ที่เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดรวบยอดเป็นลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus patterns)
2. ตั้งสมมุติฐานโดยพิจารณาถึงลักษณะร่วมของส่วนย่อย (Element) ในการบ่งบอกนั้น
3. ทดสอบสมมุติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกข้อสมมุติฐานที่สามารถรวบรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้
5. ทาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน
6. แยกแยะความแตกต่าง ระหว่างความคิดรวบยอดที่รับมาใหม่ กับความคิดรวบยอดเดิมที่มีอยู่แล้ว เมื่อหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของความคิดรวบยอดใหม่ให้ครอบคลุมถึงส่วนย่อยทั้งหมด

8. หาสัญลักษณ์ทางภาษา เป็นตัวแทนความคิดรวบยอดที่รับมาใหม่

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2524 : 8) ได้กล่าวโดยสรุปไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอดจะเริ่มจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเบื้องต้น และเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลาย ๆ ครั้ง ก็จะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นความคิดรวบยอด ในการสร้างความคิดรวบยอดจะต้องคำนึงถึงกับปัจจัยด้านผู้เรียนเสียก่อน ปัจจัยดังกล่าวได้แก่

1. ความพร้อมของผู้เรียน ทั้งทางกายใจและสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดความคิดรวบยอดในระดับต่อไป

3. แรงจูงใจไม่สมเหตุสมผล อาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนเอง หรือเนื่องจากเหตุผลทางจิตวิทยา จะเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการสร้างความคิดรวบยอดของผู้เรียน

จากเอกสารเกี่ยวกับการสร้างความคิดรวบยอดข้างต้น ได้ชี้ให้เห็นว่าการที่จะเลือกใช้วิธีสอนความคิดรวบยอดนั้น จะต้องเลือกใช้วิธีสอนให้สอดคล้องกับการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการรับรู้เป็นหลักแล้วจึงผ่านมายังกระบวนการแยกแยะหรือสรุปรวม เพื่อสร้างความสัมพันธ์ออกมาเป็นความคิดรวบยอด และนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงปัจจัยเกี่ยวกับผู้เรียนอีกด้วย

การสอนความคิดรวบยอด

เกี่ยวกับการสอนความคิดรวบยอดนั้น แบรินเวินและคณะ (Brandwein and other. 1958 : 118) ได้แนะนำไว้ว่า การสอนความคิดรวบยอดจะต้องทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ ทั้งปัญหาเพื่อที่จะหาความคิดรวบยอดที่ถูกต้องกับสถานการณ์นั้น และพัฒนาสถานการณ์แห่งการเรียนรู้ใหม่เพื่อสร้างความคิดรวบยอดต่อไป วิธีการดังกล่าวก็คือวิธีการแก้ปัญหา

(Problem solving method) เป็นวิธีการ ของศิริ (เป็นวิธีการ ของศิริ 2523 : 17 อ้างอิงมาจาก Suchman. n.d.) ได้สนับสนุนว่า ในการสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจะต้อง สถานการณ์ที่น่าสงสัย หรือเป็นปริศนา ทำให้นักเรียนได้ฝึกการถามที่เข้าประเด็น ซึ่งคำถามจะเป็นเครื่องช่วยพัฒนาความคิด และสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน

ไทเลอร์ (Tylor 1965 : 148 - 150) ได้กล่าวถึง การสอนให้เกิดความคิดรวบยอดว่า การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูให้หลักการและข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก เขาเชื่อว่าวิธีแก้เหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนสร้างหลักการ (Principle) ด้วยคำพูดของเขาเอง ในทำนองเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดได้เองอย่างค่อยเป็นค่อยไป นักเรียนจะสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์และมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

นอกจากนี้ กีเซคโก (DeCecco. 1968 : 402 - 416) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดไว้ 9 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า เขาจะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรบ้างหลังจากที่ได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้นไปแล้ว
2. ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลง แล้วเน้นคุณลักษณะที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น
3. ใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจ เพื่อเป็นสื่อกลางของความคิดรวบยอด
4. เสนอตัวอย่างของความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องให้ดูเรียน
5. เสนอตัวอย่างที่ละอันในเวลาต่อเนื่องกัน หรือพร้อม ๆ กัน
6. เสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอันใหม่และให้นักเรียนบอกว่า ความคิดรวบยอดของสิ่งนั้น ๆ หรือไม่ ถ้านักเรียนบอกได้แสดงว่าเข้าใจ
7. การตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนเลือกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของความคิดรวบยอดนั้น ถ้านักเรียนมีความเข้าใจจะสามารถให้คำจำกัดความได้

๑. จัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนตอบสนองและโต้แย้งเสริม

แตรวเวอร์ส (Travers. 1967 : 142) กล่าวว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้
ความคิดรวบยอดอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีสอนของครู ครูต้องใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถ
ของผู้เรียน ง่ายตรงไปตรงมา และยังได้เสนอแนวทางที่จะจัดสภาพการเรียนการสอนเพื่อให้เกิด
ความคิดรวบยอดได้ดังนี้

1. ต้องให้ผู้เรียนได้เห็นความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง และตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้อง
2. ปัญหาที่มีคุณลักษณะที่ซ้ำ ๆ กัน มักจะแก้ได้ง่ายกว่าปัญหาที่ไม่มีคุณลักษณะซ้ำกัน
3. ควรเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องพร้อมกัน
4. ควรลำจำนวนคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อง่ายต่อการศึกษา
5. ทักษะในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดจะเพิ่มตามอายุ
6. ความคิดรวบยอดที่ง่าย ความวิตกกังวลจะช่วยเสริมการเรียนรู้มากกว่าความคิดรวบยอดที่ยากซับซ้อน
7. ครูควรแนะนำลักษณะเด่นหรือลักษณะที่ควรสังเกต
8. การเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องพร้อม ๆ กันไม่ควรเกิน 4 ตัวอย่าง
9. พยายามให้นักเรียนสามารถสื่อสารความคิดรวบยอดด้วยตนเอง จะช่วยให้สามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ง่ายขึ้น
10. ควรเสนอตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ
11. การส่งผลย้อนกลับ (Feedback) จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น
12. การเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ และแปลก ๆ จะง่ายขึ้นถ้าได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดขั้นต้น ๆ อย่างสมบูรณ์ และได้เรียนรู้ตัวอย่างใดอย่างถูกต้อง
13. ควรสอนความคิดรวบยอดให้สัมพันธ์กัน
14. ควรใช้วิธีการหลาย ๆ อย่าง ในการสอนความคิดรวบยอด
15. ควรให้ผู้เรียนมีเวลาเพียงพอที่จะปรับเนื้อหาทั้งหมดที่ได้รับเท่ากับโครงสร้างของความคิดรวบยอดเดิม

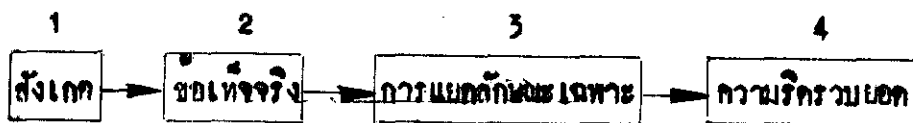
คลอสไมเนอร์ (Klausmeier. 1975 : 175) ได้เสนอแนวทางในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอด โดยการวิเคราะห์ความคิดรวบยอด (Concept Analysis) โดยวิธีการต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1. ให้คำจำกัดความหรือความหมายของความคิดรวบยอดก่อน
2. จากัดให้เห็นคุณสมบัติของสิ่งนั้น และสิ่งที่ไม่มีคุณสมบัติของสิ่งนั้น
3. มีตัวอย่างให้ดูพอสมควร ทั้งสิ่งที่ใช่และสิ่งที่ไม่ใช่ความคิดรวบยอด
4. จัดจำพวกและจำแนกว่า สิ่งนั้นอยู่ในกลุ่มหรือพวกใดของสิ่งที่จัดไว้
5. บอกหลักการที่นำความคิดรวบยอดนั้นไปใช้
6. ให้ตัวอย่างปัญหาที่นำเอาความคิดรวบยอดไปใช้

ชัยพร วิธวาท (ชัยพร วิธวาท 2519 : 6) ได้สรุปถึงวิธีการที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอดว่า จะต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การเรียนรู้จะเริ่มจากที่ผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากสิ่งเร้า ซึ่งจากการเห็นหรือการได้ยิน
2. เมื่อผู้เรียนเกิดประสบการณ์แล้ว ก็จะต้องสังเกตในรายละเอียดปลีกย่อยของประสบการณ์ และคิดเปรียบเทียบ
3. จากผลการสังเกต ผู้เรียนจะตั้งเป็นสมมติฐานว่าความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นคืออะไร
4. ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน หากปรากฏว่าถูกต้องก็จะคงสมมติฐานไว้ ถ้าผิดก็จะกลับไปสังเกตใหม่ และจะตั้งสมมติฐานใหม่จนถูกต้อง

ฉวีวรรณ ถินวางษ์ (ฉวีวรรณ ถินวางษ์ 2520 : 45 - 56) ได้กล่าวไว้ว่า การที่บุคคลจะเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องใดหรือสิ่งใดก็ตามเมื่อบุคคลนั้นต้องรู้จักสังเกตสิ่งต่าง ๆ (observation) มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Fact) หลักการ (Principle) และมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่น ๆ อย่างชัดเจน วิธีการที่จะทำให้เกิดเกิดความคิดรวบยอดนั้นจะต้องมีวิธีการเป็นขั้น ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการเกิดความคิดริเริ่มขอ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2524 : 9) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดความคิดริเริ่มขอไว้ว่า

1. ควรเลือกวัสดุอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมกับบทเรียน และนักเรียน
2. ควรใช้ประสบการณ์ตรงในมากที่สุดเท่าที่โอกาสอำนวย แต่การนำประสบการณ์
รองมาสอน เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิด
ด้วยตนเอง และเกิดความคิดริเริ่มขอด้วยตนเองได้

3. เปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม และส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จัก
สังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน สิ่งเหล่านี้จะทำให้
เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างความคิดริเริ่มขอต่อไป

4. ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน เลือกการจัดกิจกรรม
ให้เหมาะสมกับนักเรียน และเหมาะสมกับลักษณะของความคิดริเริ่มขอ

มังกร ทองสุกสี (มังกร ทองสุกสี 2521 : 98) ได้กล่าวถึงวิธีการสอน
ความคิดริเริ่มขอว่า การสอนให้เด็กได้เรียนรู้ความคิดริเริ่มขอนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้แก่
เด็กอย่างกว้างขวาง เพราะกิจกรรมจะเป็นเครื่องมือให้เด็กได้เห็นความหมายของมันดีขึ้น
การสร้างความคิดริเริ่มขอนั้น มิได้เกิดจากการที่เด็กทำกิจกรรมเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง สิ่ง
ที่สำคัญ และจำเป็นอยู่ที่จะต้องเสริมประสบการณ์แบบต่อเนื่องให้กับเด็กตลอดเวลา

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสอนความคิดริเริ่มขอข้างต้น จะเห็นได้ว่าแต่ละ
แนวทางมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ต้องมีสิ่งเร้าในปรากฏการณ์ให้นักเรียนได้รับรู้ มีกิจกรรม
ให้นักเรียนปฏิบัติ และมีการสรุปออกมาเป็นความคิดริเริ่มขอรวมทั้งสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์
อื่นได้ หรือสามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้อีกด้วย เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการสอนความคิด
ริเริ่มขอแล้ว จะเห็นได้ว่า การสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความคิดริเริ่มขอนั้นเป็นกระบวนการ
การเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตนเอง

1.4 ความคงทนของความคิดรวบยอด

ในการเรียนการสอนควรต้องสอนให้นักเรียนรู้จักจำสิ่งที่เรียนไปแล้วอย่างถูกต้อง ซึ่งอาจจะช่วยการเรียนการสอนได้มากยิ่งขึ้น การที่จะทำให้เด็กมีความคิดรวบยอดได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน จึงจำเป็นจะต้องสอนให้นักเรียนรู้จักจำสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วได้อย่างถูกต้อง เพราะลักษณะของความคิดรวบยอดจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ และเกี่ยวข้องกับตัวเอง เหมือนกับแผนที่ที่ถือเป็นรูปเจดีย์ ถ้าหากผู้เรียนยังจำความคิดรวบยอดที่เป็นพื้นฐานได้ไม่ครบถ้วนถูกต้องแล้ว การเรียนในระดับสูงขึ้นไปก็จะไม่ได้ผล คุชฌีย์ พลอยแก้ว (คุชฌีย์ พลอยแก้ว 2518 : 47 อ้างอิงมาจาก Gagne, n.d.)

การจำเป็นเรื่องของการระลึกย้อนกลับมากกว่าเป็นการเก็บสะสม ดังที่ อัดัม (Adams, 1967 : 9) ได้กล่าวว่า ความจำคือการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว กระบวนการจำมีลักษณะเช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหา คือ จะต้องระลึกถึงสิ่งจำเป็น ที่เกี่ยวข้องในมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ บรูเนอร์ (Bruner, อ้างอิงมาจากพงษ์สวัสดิ์ สารบุญเรือง 2516 : 12) กล่าวว่า การที่จะจดจำสิ่งที่เรียนได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ องค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ กาเบ (Gagne, 1970 : 70 - 71) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
2. ขั้นเรียนรู้ในขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของ

ความจำ เป็นช่วงเวลาหนึ่ง

4. ขั้นการรื้อฟื้น คือ เป็นการเอาสิ่งที่เรียนไปแล้วที่ได้เก็บเอาไว้ในออกมาในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

เสาวณีย์ คุณาวิชฌา (เสาวณีย์ คุณาวิชฌา 2517 : 14 อ้างอิงมาจาก Atkinson and shiffin.) กล่าวถึงทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการไว้ว่า ความจำมี 2 ประเภท

คือ ความจำระยะสั้น (Short term Memory) และความจำระยะยาว (Long term Memory) ความจำระยะสั้นนั้นเป็นความจำชั่วคราว ถ้าไม่ได้รับการทบทวนอยู่เสมอ ความจำนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าสิ่งใดอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นเวลานานเท่าไรก็มีโอกาสฝังอยู่ในความจำระยะยาวมากขึ้น นี่จึงความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาว กับสิ่งที่หลง การจะจำ

ความจำจะเกิดขึ้นภายหลังการ เรียนรู้หรือการรับรู้ผ่านไป แล้ว ความจำระยะสั้นใช้สำหรับจดจำเพียงชั่วคราว ความจำระยะยาวเป็นความจำที่คงทนกว่าความจำระยะสั้น ความจำระยะยาวนั้นจะทราบได้ว่ามีความสำคัญของการ จำอยู่หรือไม่ก็ต่อเมื่อมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาชักจูงใจ ก็สามารถจะเรียกขึ้นมาได้ (ชัยพร วิชชาวุธ 2519 : 125)

ดังนั้นความจำระยะยาว ก็คือ ความคงทนในการจำนั่นเอง ซึ่งหมายถึงการคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความรู้ในช่วงเวลาหนึ่งหลังจากเกิดการเรียนรู้แล้ว สิ่งที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในความจำอาจสรุปได้ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นลักษณะของความต่อเนื่องหรือความสัมพันธ์กันของประสบการณ์จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประการที่ 2 เป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วอยู่อย่างสม่ำเสมอ ชัยพร วิชชาวุธ (ชัยพร วิชชาวุธ 2520 : 118) กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้ก็อยู่แล้วซ้ำอีกจะช่วยให้ความจำถาวรขึ้นอีก และถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้วความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการจำช่วงเวลาดังกล่าวจะใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว

ดังนั้น ผู้วิจัยจะใช้แนวทางในการสอนความคิดรวบยอดให้เกิดความคงทน โดยใช้หลักการจากการศึกษาเอกสารข้างต้นมาใช้ในการเรียนการสอนในการทดลองสอนครั้งนี้ด้วย คือ จัดความคิดรวบยอดที่จะเรียนให้สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ และทบทวนอยู่เสมอเพื่อให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดเก่าและใหม่

1.5 การใช้อุปกรณ์ประเภทรูปภาพและแผนภูมิประกอบการเรียนการสอน

ในการนำเสนอความรู้ให้กับผู้เรียนนั้น บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 44 - 45) ได้กล่าวไว้ว่ามี 3 แนวทาง แนวทางแรก เสนอในลักษณะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงได้ลงมือกระทำกิจกรรม (Enactive) หมายถึง ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแล้วจะเกิดความรู้ แนวทางที่ 2

เสนอในลักษณะรูปภาพแผนภูมิให้ผู้เรียนได้ศึกษา (Iconic) หมายถึง ให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลจากรูปภาพ แผนภูมิที่ใช้เป็นอุปกรณ์ในการถ่ายทอดความรู้ แนวทางที่ 3 เสนอในลักษณะสัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ให้ผู้เรียนศึกษาจากสิ่งที่เป็นสัญลักษณ์ เช่น คำว่า บทความ หรือข้อความที่กล่าวไว้เกี่ยวกับความรู้นั้น การที่จะใช้แนวทางใดในการนำเสนอความรู้ขึ้นอยู่กับพิจารณาถึงความแตกต่างในระดับอายุผู้เรียน ความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนด้วย และสิ่งที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ ลักษณะของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาเสนอด้วย

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ต้องใช้อุปกรณ์การทดลอง จึงมักเกิดปัญหาในการเรียนการสอนอยู่เสมอ ชาวป (Schwarb n.d. : citing Romey. 1968 : 31 - 33) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า อาจใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการนำเข้าสู่การสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to Inquiry) ก็ได้ โดยอาศัยการอภิปรายและข้อมูลที่เตรียมไว้ให้ในเบื้องต้น ซึ่งต้องใช้ทัศนวัสดุประเภทรูปภาพ แผนภูมิ ที่มีข้อมูลมาอธิบายนักเรียนเพียงแต่ตีความหมายให้เหตุผลเป็นการแก้ปัญหาที่พึงไว้ ซึ่งวิธีนี้เป็นการประหยัดเวลาที่นักเรียนต้องใช้ในการรวบรวมข้อมูล และลดปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองไปได้มาก

เมื่อกล่าวถึงอุปกรณ์การสอน แฮสส์ และ ปาคเกอร์ (Hass and Packer. 1955 : 18) ได้สรุปไว้ว่า เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยครูในการถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความจริง ทักษะ ทักษะ ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียน รูปภาพและแผนภูมินี้ว่าเป็นอุปกรณ์การสอนประเภททัศนวัสดุที่มีค่าในการเรียนรู้ สมเชาวน์ เนตรประเสริฐ (สมเชาวน์ เนตรประเสริฐ 2523 : 136) กล่าวว่า รูปภาพและแผนภูมิมีค่าในการเรียนรู้โดยทำให้สิ่งที่เป็นามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำให้เข้าใจง่ายและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสามารถทบทวนได้หลายครั้ง

รูปภาพและแผนภูมิจะช่วยให้การเรียนง่ายขึ้นและสนุกทั้งยังเรียกร้องความสนใจ เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ทำให้จำได้เร็วและไม่ลืมง่าย (กิติกร มีทรัพย์ และ กาญจนาคำสุวรรณ 2513 : 73) นอกจากนี้ภาพยังเป็นวัสดุที่หาง่ายราคาไม่แพง วิธีใช้ก็ง่ายใคร ๆ ก็ใช้ได้ ภาพเป็นวัสดุพื้นฐานที่มีอิสระในตัวเองสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องอาศัยสิ่งอื่นในทุกสภาพสถานที่และเวลา (สมศรี ผลจำรูญ 2522 : 9)

บราวน์ (Brown, 1965 : 190) ซึ่งให้เห็นความสำคัญของรูปภาพและแผนภูมิว่าเป็นเทคนิคอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำเสนอความคิด หรือความคิดรวบยอดซึ่งเป็นการยากที่จะนำเสนอด้วยคำพูดแล้วเกิดความเข้าใจได้ จึงเห็นว่าภาพและแผนภูมิจะช่วยให้ประสบการณ์ตรงได้มากกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จัดอยู่ในพื้นฐานของกระบวนการประสบการณ์ (Cone of experience) แทนที่จะมีความถนัดในตัวเองนั้นเองที่สามารถนำเข้าสู่ใจได้โดยตรง ช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้แบบนามธรรมให้เคยเรียนโดยผ่านประสบการณ์ สิ่งนี้มีความสำคัญในการรับรู้มากที่สุดเมื่อเทียบกับประสาทสัมผัสอื่น ๆ (เวียงลักษณะ มหาวินิจฉัยมนตรี 2517 : 8)

สมิธ (Smith, 1966 : 27) ได้กล่าวว่าภาพเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งในการรับรู้ ช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดได้อย่างรวดเร็ว ในเรื่องประเภทของภาพ โนลตัน (Knowlton, 1964 : 2 - 4) ได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทแรกเป็นภาพเหมือนจริง (Realistic) เป็นภาพที่มีสัดส่วนเหมือนจริงมีรายละเอียดใกล้เคียงกับความจริงทางด้านรูปร่างลักษณะ เช่น ภาพถ่าย ภาพวาดเหมือนจริง ภาพวาดโครงร่าง ประเภทที่ 2 เป็นภาพเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย (Analogic) ได้แก่ภาพที่มีสัดส่วนและมีลักษณะแตกต่างไปจากความจริง ส่วนสิ่งที่ไม่เป็นรูปร่างขึ้นมาเป็นรูปร่างช่วยให้เข้าใจความคิดรวบยอดที่ยาก ๆ เช่น ภาพล้อ ภาพการ์ตูนต่าง ๆ ประเภทที่ 3 เป็นภาพนามธรรม (Logic) ได้แก่ภาพที่มีรูปร่างลักษณะและสีไม่เหมือนจริงไว้เพื่อแสดงความเหมือนหรือความแตกต่าง ให้สัญลักษณ์ที่เป็นตัวเลขและอื่น ๆ แทนความจริง ด้านพื้นที่และลำดับเป็นภาพที่กำหนดที่อธิบายข้อมูลโครงสร้างและกระบวนการภาพชนิดนี้ เช่น แผนภูมิ แผนที่ กราฟ แผนภาพ เป็นต้น

วิททิจ (Wittich, 1973 : 118) ได้กล่าวไว้ว่า แผนภูมิเป็นทัศนวัสดุประเภทหนึ่ง ซึ่งรวมเอาวัสดุหลาย ๆ อย่างเข้าไว้ด้วยกัน เช่น แผนภาพ แผนสถิติ ภาพเขียน การ์ตูน แผนที่ และตัวหนังสือ ออกแบบเพื่อเสนอเรื่องราววิธีการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่เข้าใจได้ง่าย ซึ่งในเรื่องแผนภูมินี้ สมพงษ์ หิริเจริญ และคนอื่น ๆ (สมพงษ์ หิริเจริญ และคนอื่น ๆ 2506 : 33 - 40) ได้สรุปไว้ว่า แผนภูมิจะช่วยให้เด็กเห็นความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงหรือแนวความคิดต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนได้ชัดเจนขึ้น เช่น การแสดงการเปรียบเทียบ การแสดงปริมาณที่เกี่ยวข้องกัน แสดงพัฒนาการ แสดงการจำแนกหรือวิเคราะห์ส่วนหรือรายละเอียด

เป็นต้น โดยให้เป็นแผนภาพหรือประกอบด้วยภาพ การค้น แผนภาพ สถิติ เป็นต้น

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นจะ เห็นได้ว่า อุปกรณ์การสอนประเภทรูปภาพและ แผนภูมิถือว่าเป็นตัวช่วยเสริมประโยชน์ของการเรียนการสอนได้เป็นอย่างมาก สามารถช่วยให้ เกิดความคิดรวบยอดได้ อีกทั้งจะช่วยประหยัดเวลาในการเรียนการสอนอีกด้วย ดังนั้นในการ วิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้ภาพที่เกี่ยวกับลักษณะรูปภาพ แผนภูมิร่วมกันนำมาสอนโดยวิธีการสืบเสาะหา ความรู้ แผนการให้อุปกรณ์การทดลองที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยจะใช้การออกแบบสืบเสาะ หาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิเป็นกลุ่มทดลองในการวิจัยครั้งนี้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีสอนกับความคิดรวบยอด

กาเช และ บราวน์ (Gagne' and Brown. 1964 : 201 Citting Peel 1968 : 324) ได้ศึกษาการสอนความคิดรวบยอดโดยการใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ การ สอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำ การสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการชี้แนะคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบความคิดรวบยอดด้วยตนเอง และแบบออก ความคิดรวบยอดให้เด็กแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบแนะให้เด็ก ได้ค้นพบด้วยตนเองสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด

อีแกน และ กรีน (Egan and Greeno. 1973 : 85 - 97) ได้ เปรียบเทียบวิธีสอน 2 แบบ ในการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น ดังนี้

1. วิธีการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery) เป็นวิธีการให้ผู้เรียนสำรวจได้ ทดลองแก้ปัญหา

2. วิธีการเรียนรู้จากกฎเกณฑ์ (Rule - type) เป็นวิธีที่ผู้เรียนนำหลักที่ครู บอกในตอนแรกไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการทดลองปรากฏว่าผู้เรียนด้วยการค้นพบด้วยตนเอง และผู้เรียนรู้จากกฎเกณฑ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน

มงคล เอี่ยมสำอางค์ (มงคล เอี่ยมสำอางค์ 2516 : 135) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ การสร้างความอัครวบรวม และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลจากการวิจัยยืนยันหนึ่งกล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะส่งผลต่อการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสืบด้วยการอธิบายในความคิดรวบยอด

จากเอกสารการวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนกับความคิดรวบยอด จะเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่าการสอนในแนวทางอื่น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการสอนความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 การได้ประโยชน์ประกอบการสอนความคิดรวบยอด

จาคอบสัน (Jacobson, 1969 : 109 - 112) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ โดยในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 30 คน เป็นนิสิตมหาวิทยาลัย โดยในกลุ่มทดลองมีอยู่ 6 ปรุณประกอบและกลุ่มควบคุมไม่มีอยู่ 6 ปรุณประกอบดูรายการข้อสันนิษฐานเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 4 วิาที ผลปรากฏว่าในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาสูง ใช้จำนวนครั้งในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดน้อยกว่าและจำนวนครั้งที่ตอบผิดก็น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีสติปัญญาต่ำภายในกลุ่มเดียวกันและในกลุ่มทดลองสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จึงกล่าวได้ว่า การมีอยู่ 6 ปรุณประกอบการสอนจะช่วยให้การสอนความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าไม่มีอยู่ 6 ปรุณประกอบ

โอเวน (Owen, 1959 : 207 - 213) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองปฏิบัติการ กับไม่มีการทดลองปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถเกี่ยวกับความจำและนำไปใช้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 108 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยถือเกณฑ์ระดับเชาวน์ปัญญา และอายุเท่า ๆ กัน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนโดยปฏิบัติการทดลองใช้อยู่ 6 ปรุณประกอบทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่มีการปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีการปฏิบัติการทดลอง

× ฌี (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวิธีสอนให้นักเรียนรู้จักเรียนรู้อย่างอิสระ โดยจัดเหตุการณ์มาเร่งเร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบบรรยาย กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้อุปกรณ์และมีการกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเข้าใจ กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้การอธิบายโดยกระตุ้นเร้าให้พยายามหาคำตอบมาอธิบาย เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ผลการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์การสอนมีความสามารถในการอธิบายปัญหาที่ซับซ้อนได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

× อรพินท์ ทินวัจน์ (อรพินท์ ทินวัจน์ 2512 : 65) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้อุปกรณ์การสอนและไม่ใช้อุปกรณ์การสอนเพื่อศึกษาผลการเรียน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนที่ใช้อุปกรณ์การสอน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้อุปกรณ์การสอนมีผลสัมฤทธิ์ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดและหลักการสูง กว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช้อุปกรณ์การสอน

× จากงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนในการปฏิบัติการทดลอง จะเห็นได้ว่าการสอนโดยใช้อุปกรณ์การสอน อุปกรณ์การทดลอง ทำให้ผลการเรียนรู้ทั้งในแง่ข้อเท็จจริงและความคิดรวบยอดสูงกว่าการสอนโดยไม่ใช้อุปกรณ์การสอน อุปกรณ์การทดลอง

× ในงานการใช้อุปภาพและแผนภูมิ ไวสเบอร์ก (Weisberg. 1970 : 38674) ได้ทดลองสอนความคิดรวบยอดในวิชาธรณีวิทยาโดยแบ่งนักเรียนเกรด 8 ออกเป็น 4 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เรียนโดยใช้อุปภาพแบบอธิบายทางภูมิศาสตร์

กลุ่มที่ 2 เรียนโดยใช้อุปภาพที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ โดยชี้เฉพาะเส้นรอบนอก

กลุ่มที่ 3 เรียนโดยให้อ่านเรื่อง สภาพภูมิศาสตร์ของมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ

โดยมีเนื้อหาเท่า ๆ กับกลุ่มที่ 1 และ 2

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยสรุปว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งเรียนโดยใช้อุปภาพและรูปภาพ

แสดงเส้นรอบนอก มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดมากกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

× วิปเปิล (Whipple, 1953 : 262 - 269) ได้สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับ
ความสนใจของนักเรียนไว้ว่า ภาพจะช่วยดึงดูดความสนใจโดยเฉพาะภาพที่เห็นตรงกับ
เนื้อเรื่อง ซึ่งผลการวิจัยตรงกับที่ เรืองลักษณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (เรืองลักษณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2517:23 อ้างอิงมาจาก Spaulding n.d.) ซึ่งวิจัยพบว่า รูปภาพช่วยดึงดูดความสนใจอย่าง
โดดเด่น ช่วยในการตีความหมายและจดจำในเนื้อหาได้ดี ถ้าต้องการให้เกิดผลดีเนื้อหาของภาพ
ควรสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและความสนใจของนักเรียน

× ประภา ภูษิน (ประภา ภูษิน 2514 : 43) ได้ทำการวิจัยเพื่อทดลอง
เปรียบเทียบ ผลการเรียนรู้ความจริง (Factual Learning) ในวิชาวิทยาศาสตร์จากการ
ใช้สไลด์กับรูปภาพประกอบการสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 กลุ่ม
กลุ่มแรกใช้สไลด์ประกอบการสอน กลุ่มที่ 2 สอนโดยภาพชุดเดียวกันกับในสไลด์ กลุ่มที่ 3 เป็น
กลุ่มควบคุม ไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเท่านั้น ปรากฏผลว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้รูปภาพชุดเดียว
กับสไลด์ผลการเรียนรู้ความจริงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ไม่ใช้อุปกรณ์การสอน

เมธียุ กิจระการ (เมธียุ กิจระการ 2515 : 54 - 57) ได้เปรียบเทียบ
ผลการเรียนรู้ และความคงทนของการเรียนรู้ของนักเรียนชาย ถึง เรื่อง การวางแผน
ครอบครัวจากการใช้ภาพยนตร์ ฟิล์มเทรป และสมุดลำดับภาพ เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนกับ
การสอนแบบอธิบายโดยไม่ใช้อุปกรณ์การสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูนครปฐม
และ วิทยาลัยครูฉะเชิงเทรา จำนวน 260 คน แบ่งกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า
การสอนโดยใช้สมุดลำดับภาพเป็นอุปกรณ์การสอนให้ผลในการเรียนรู้ และความคงทนในความจำ
สูงกว่าการสอนโดยไม่ใช้อุปกรณ์อื่น ๆ และการสอนตามปกติ

× มณีใจ จรัสรุ่งระวีวร (มณีใจ จรัสรุ่งระวีวร 2516 : 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้โดยใช้ชุดหุ่นจำลอง แผนภูมิแบบอธิบายภาพ สอนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยตอนหนึ่งสรุปไว้ว่า ในเรื่องน้ำและการกรองน้ำ แผนภูมิ
แบบอธิบายภาพให้ผลสูงกว่าชุดหุ่นจำลอง ในเรื่องดอกไม้ แผนภูมิอธิบายภาพและหุ่นจำลองให้
ผลไม่แตกต่างกัน

กลุ่มควบคุมบางส่วนมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

× สัญญา ทิพเสนา (สัญญา ทิพเสนา 2517 : 55 - 56) ได้เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน เป็นกลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้เวลาสอนคิดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

× ในปีเดียวกัน อุดัย ชื่นชนรักษ์ (อุดัย ชื่นชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน กลุ่มควบคุม 33 คน กลุ่มทดลอง 34 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การสอนแบบเดิม กลุ่มทดลองโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ปรากฏผลว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้ง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการสอน

× จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น มีทั้งงานวิจัยที่ยืนยันว่าการสอนที่แตกต่างกันนั้น จะให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน แต่ที่ค่อนข้างยังไม่พบงานวิจัยที่เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากวิธีสอนเดียวกันแต่ใช้อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนแตกต่างกันเลย และจากเอกสารที่ได้นำเสนอมานี้เป็นการยืนยันว่าการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนการสอนและสูงกว่าการสอนโดยวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่จะใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนแตกต่างกันคือ กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุมใช้อุปกรณ์การทดลอง เพื่อต้องการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนหลังควบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้นเมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า ความคิดรวบยอดนั้นเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่จะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ความรู้ในระดับสูงขึ้นไป เช่น หลักการ ทฤษฎี จึงเห็นสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องหาแนวทางในการพัฒนาความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน แนวทางที่เลือกใช้สอนความคิดรวบยอดครั้งนี้จะใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเห็นว่าขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด สำหรับในการเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเป็นรูปภาพ และแผนภูมินั้นด้วยหลักที่ว่า เด็กในระดับมัธยมศึกษามีอายุตั้งแต่ 12 - 14 ขึ้นไป อาจเรียนรู้สิ่งที่เป็นามธรรมจะใช้ประสบการณ์จริง เช่น รูปภาพแผนภูมิได้ (Piaget อ้างจากสุวัตร นิยมคำ 2517 : 109) และผลการวิจัยในอดีตก็ยังไม่ระบุว่า การใช้อุปกรณ์การสอนต่างประเภทกันสอนความคิดรวบยอดที่จำแนกตามประเภทแล้ว จะได้ผลแตกต่างกันหรือไม่และจากแนวคิดของ คินเดอร์ (Kinder. 1959 : 40 - 45) ได้กล่าวไว้ ไม่มีวิธีสอนหรืออุปกรณ์การสอนชนิดใดที่สามารถจะทำได้ดีที่สุดกับผู้เรียนทุกคนและทุกเนื้อหาวิชา วิธีสอนหรืออุปกรณ์การสอนแต่ละชนิดมีข้อจำกัด และบรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 44 - 45) ก็ได้กล่าวไว้สรุปไว้ว่า เนื้อหาที่แตกต่างกันควรจะนำเสนอความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดและผลงานการวิจัยข้างต้นเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ดังต่อไปนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองจะทำให้เกิดผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

5. ความเก่งของนครศรีธรรมราชด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
6. ความเก่งของนครศรีธรรมราชด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
7. ความเก่งของนครศรีธรรมราชด้านความถี่รวมยอดทางสถิติแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 มี 8 ห้องเรียน จำนวน 360 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยปฏิบัติภาพและแผนภูมิ

กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยปฏิบัติภาพและการทดลอง

เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคมเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของโรงเรียนในจังหวัดปทุมธานี เพราะทั้งนักเรียนและคณะครูจากคณะแผนสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแบบสหศึกษานาคกลาง
3. เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารคณะครูและนักเรียนให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีทั้งหมด 8 ห้องเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับฉลากเอามาจำนวน 2 ห้อง
2. นำนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ที่สุ่มได้มาคละกัน แล้วสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้นักเรียน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 30 คน จำนวน 2 กลุ่ม
3. ผู้วิจัยทำการจับสลากอีกครั้ง เพื่อกำหนดว่ากลุ่มใดจะเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มใดจะเป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือในการทดลองและวิธีสร้างเครื่องมือ

1. สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้สอนกลุ่มทดลอง ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ของรายวิชา และ ขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
- 1.2 ศึกษารายละเอียดและเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนสำหรับการทดลองจากหนังสือคู่มือครู และ หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 (ว. 102) โดยเลือกเอาเนื้อหาในเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการทดลอง
- 1.3 วิเคราะห์ความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่เลือกมาใช้ในการทดลอง
- 1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละความยากง่ายที่จะสอน
- 1.5 สร้างตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

- 1.6 ศึกษาลักษณะของรูปภาพและแผนภูมิ ทั้งในด้านการสร้าง และการเลือกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา

- 1.7 สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใบรูปภาพและแผนภูมิ
- 1.8 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นใบใหญ่เขียว ขาวทางสาขาสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 1.9 นำแผนการสอนที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสายบุญราษฎร์ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดพุมธานี จำนวน 45 คน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองในจริง
2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับดังต่อไปนี้
 - 2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด จากหนังสือ เทคนิคการวัดผล และหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ จวาล แพทย์กุล (จวาล แพทย์กุล 2522 : 119 - 132)
 - 2.2 นำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มาวิเคราะห์ร่วมกับพฤติกรรมด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภท โดยที่ผู้วิจัยใช้ตารางวิเคราะห์ร่วมกับครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม ถึงรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข.
 - 2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมาณ 2 เท่า ของจำนวนข้อในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมด้านความคิดรวบยอดแต่ละประเภทตามตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 - 2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใบใหญ่เขียว ขาวทางสาขาสอนวิทยาศาสตร์ได้ตรวจเพื่อนำไปขอבקพรอง
 - 2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดที่ได้รับการแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสายบุญราษฎร์ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดพุมธานี จำนวน 100 คน มุ่งเน้นการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว. 102) เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาแล้ว มุ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

2.6 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำมาแล้ว มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ไม่ให้คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการคัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L โดยเปิดจากการวางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952: 1-32) เพื่อคัดเลือกเอาเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เลือกไว้ 56 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท 24 ข้อ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 22 ข้อ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี 10 ข้อ ดังรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดที่เหลือไว้ 56 ข้อ โดยใช้สูตร กูเกอว์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8147112

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของ สสวท. (สสวท. 2520: 59)

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กับพฤติกรรมทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้วิจัยใช้ตารางวิเคราะห์ร่วมกับครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม ดังรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมาณ 2 เท่าของจำนวนข้อในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสายปัญญาในวังสิต อำเภอชัยบุรี

จังหวัดสมุทรานี จำนวน 100 คน ซึ่งผ่านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมาแล้ว โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

3.6 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ไม่ให้คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L โดยเปิดจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 1-32) เพื่อคัดเลือกเอาเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เลือกไว้ 60 ข้อ ดังรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

3.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นต้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เหลือไว้ 60 ข้อ โดยใช้สูตร คูเทรอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR. - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8459683

4. สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบการทดลอง สำหรับใช้สอนกลุ่มควบคุม โดยให้สอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถนัดรายบุคคลและจำนวนคาบที่สอนเช่นเดียวกับที่ได้กำหนดไว้ในแผนการสอนของกลุ่มทดลอง

การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย แบบ Randomized Control Group Post - test only Design (อิงคณา สายยศ 2523 : 20) ดังแสดงแบบแผนการวิจัยไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T_2
CR	-	-	T_2

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- X แทน การจัดการรักษา
- T₂ แทน การทดสอบภายหลัง การทดลอง

ในการทดลองตามแบบแผนการวิจัย แบบ Randomized Control

Group Post - test only Design ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยการจับสลาก และจับสลากอีกครั้ง เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

2. ดำเนินการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้นโยบายและความคิดรวบยอดเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ ใช้เวลากลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที และดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์และแผนภูมิ และโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง กล่าวคือ

2.1 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์และแผนภูมิ

2.2 กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

3. ทำการทดสอบหลัง จากที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้เสร็จสิ้นการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. หลังจากทดสอบครั้งแรก 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดแบบเดิมอีกครั้ง เพื่อหาความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด

5. ตรวจสอบผลการสอบ และนำเสนอแนววิเคราะห์ โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภท จากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลง ระหว่าง กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t-test

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลง ระหว่าง กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t-test

3. เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภท จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลง 2 สัปดาห์ ระหว่าง กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t-test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำสถิติจากการทดลองมาวิเคราะห์หาวิธีการทางสถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หากหาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (อังกฤษ สายยศ 2523 : 18)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนของนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หากหาความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจากสูตร (อังกฤษ สายยศ 2523 : 36)

อังกฤษ สายยศ 2523 : 36)

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวนจากสูตรของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (KR.-20) (อังกฤษ สายบศ 2523 : 160)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนของข้อทดสอบ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำไม่ได้ในแต่ละข้อ

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่ม จำนวนจากสูตร (อังกฤษ สายบศ 2523 : 90)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

- เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
 $\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
 S_1^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
 S_2^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
 n_1 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง
 n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของทั้งสองกลุ่ม คำนวณจากสูตร t - test เช่นเดียวกับข้อ 3

ผลการศึกษาค้นคว้า

ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล

N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	รายเฉลี่ยของคะแนน
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
t	แทน	อัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและ
แผนภูมิ

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบการ
ทดลอง

ในการเสนอผลการทดลอง ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

5. เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6. เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

7. เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	17.633333	4.5850574	0.2509774
กลุ่มควบคุม	30	16.9	10.162068	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ และแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ 1

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	16.766666	2.1850574	2.530697*
กลุ่มควบคุม	30	17.666666	1.6091954	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

* แทนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 จะเห็นได้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 2

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	8.266666	1.7080459	2.1084049*
กลุ่มควบคุม	30	7.5	2.2586206	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

* แทนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 จะเห็นได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 3

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	40.433333	35.081609	0.6072201
กลุ่มควบคุม	30	39.6	21.420689	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 จะเห็นได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ 4

เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคงทนในผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	32.2	22.855172	0.939527
กลุ่มควบคุม	30	31.2	11.131034	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 จะเห็นได้ว่า คะแนนความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ 5

เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคงทนในผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	12.6	6.5241376	2.29449*
กลุ่มควบคุม	30	13.833333	2.1436781	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

* แทนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 จะเห็นว่าคะแนนความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 6

เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคงทนในผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test ได้ผลปรากฏตามตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่การบยอกทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	6.3666666	1.8954022	2.3099516 *
กลุ่มควบคุม	30	5.5	2.3275862	

$$t_{.05} (df = 58) = 2.000$$

* แทนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 จะเห็นว่า คะแนนความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่การบยอกทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่การบยอกทางทฤษฎีแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ 7

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งพอจะสรุปลำดับขั้นและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งจำแนกตามประเภทของความคิดรวบยอดดังนี้

- 1.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท
- 1.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์
- 1.3 ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง โดยจำแนกตามประเภทของความคิดรวบยอดเช่นเดียวกับข้อ 1.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง จะทำให้เกิดผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
5. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทแตกต่างกัน
6. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน
7. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2525 จำนวน 60 คน จากโรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยการจัดสลากรุ่นทดลอง 30 คนให้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุม 30 คนให้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิใช้สำหรับสอน
กลุ่มทดลอง

2.2 แผนการลอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองใช้สำหรับสอน
กลุ่มควบคุม

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด ทั้ง 3 ประเภท เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 56 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญทางสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ในแบบทดสอบแบ่งเป็นวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท 24 ข้อ วัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 22 ข้อ และวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของทฤษฎี 10 ข้อ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.8147112

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญทางสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.8459683

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 ดำเนินการสอนแต่ละกลุ่มดังนี้

3.1.1 กลุ่มทดลองสอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

3.1.2 กลุ่มควบคุม สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการเรียน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2 ทำการทดสอบเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่ม

3.3 เว้นระยะ 14 วัน แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดฉบับเดิมไปให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทดสอบใหม่อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด

3.4 นำผลในข้อ 3.2 และ 3.3 มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภท จากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลงระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ t - test

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลงระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ $t - test$

3. เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทั้ง 3 ประเภทจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดลง 14 วัน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ $t - test$

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด

1.1 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ไม่แตกต่างกันจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับที่ มั่นใจ จรัสรุ่งระวีวร (มั่นใจ จรัสรุ่งระวีวร 2516 : 82) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้โดยใช้หุ่นจำลองและแผนภูมิอธิบายภาพสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาปรากฏว่า แผนภูมิอธิบายภาพ และหุ่นจำลองให้ผลไม่แตกต่างกัน

การที่ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1.1 ลักษณะของความคิดรวบยอด

ความคิดรวบยอดที่ศึกษาในสมมติฐานที่ 1 นี้ เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถในการสังเกตเป็นส่วนใหญ่ ดังที่ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ (ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ 2520 : 45 - 46) ได้กล่าวไว้ว่า การที่บุคคลจะเกิดความคิดรวบยอดในสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นจะต้องรู้จักสังเกต (Observation) มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Fact) หลักการ

(Principle) และมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่น ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับที่โลเวลล์ (Lovell. 1966 : 12 - 13) ได้ให้ความเห็นว่า นักเรียนสามารถเห็นจำแนก (Discrimination) คุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุม (Generalization) จนได้ลักษณะเฉพาะที่ร่วมกันอยู่ของสิ่งที่เขาค้นพบ ก็จะสร้างเป็นความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมาได้ ดังนั้นเมื่อกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดียวกัน คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบกับลักษณะของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่ใช้ในการบรรยายวัตถุให้มีความเข้าใจตรงกัน จึงอาจมีส่วนทำให้ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ไม่แตกต่างกัน

1.1.2 สื่อการเรียนการสอน

ในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิที่ได้มาจากการถ่ายภาพและการวาดภาพเหมือนอุปกรณ์ในกลุ่มควบคุมนั่นเอง เมื่อนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท นักเรียนจะสามารถสังเกตและจำแนกสมบัติของวัตถุจากสื่อประกอบการสอนแล้วสรุปครอบคลุมเกิดความคิดรวบยอดนั้น ๆ ซึ่งลักษณะของสื่อประกอบการสอนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีส่วนคล้ายคลึง จะเห็นได้ว่าประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจึงมีความทัดเทียมกัน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

1.1.3 กระบวนการเรียนการสอน

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเดียวกันคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพียงแต่สื่อประกอบการเรียนการสอนแตกต่างกันเท่านั้น ดังนั้นในการดำเนินการเรียนการสอนแต่ละครั้งทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงมีขั้นตอนในการสอนที่เหมือน ๆ กัน คำถามที่ใช้ถามก็เป็นคำถามในชุดเดียวกัน จากการค้นคว้าของ กาเย และบราวน์ (Gagne and Brown. 1964 : 201 citing Peel. 1968:324) และ อีแกน กับ กรีน (Egan and Greeno. 1973 : 85 - 97) ได้ศึกษาพบว่า การสอนความคิดรวบยอด ถ้าใช้วิธีสอนแตกต่างกันแล้ว ผู้เรียนจะมีความสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ต่างกัน แต่ในการทดสอบ

สมมติฐานที่ 1 นี้ ใช้วิธีการสอนแบบเดียวกันต่างกันเพียงรูปแบบของสื่อการเรียนรู้เท่านั้น จึงอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ลดสัมฤทธิ์งานความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

1.2 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับ นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองมีผลสัมฤทธิ์ ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจาก ตารางที่ 3 จะพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ โดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโอเวน (Owen, 1950 : 207 - 213) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยการทดลองปฏิบัติการ กับไม่ทำการทดลองปฏิบัติการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถเกี่ยวกับการจำและนำไปใช้ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่ปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มี การปฏิบัติการทดลอง และผลการวิจัยของ ยัง (Youngs, 1970:53) ที่ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์ การสอนและวิธีสอนให้นักเรียนเรียนรู้อย่างอิสระ โดยจัดเหตุการณ์ขึ้นมาเร่งเร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ของเด็กในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มทดลองมีการกระตุ้นเร่งเร้า แต่กลุ่มควบคุมไม่มี การกระตุ้นเร่งเร้า ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ใช้อุปกรณ์การทดลองช่วยกระตุ้นเร่งเร้า มีความสามารถในการอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

การเปลี่ยนแปลงทัศนคติความเชื่อรบบยอกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
และการประเมินผลจะแยกต่างไ้กัน

1.2.1 ลักษณะของภาวะการรวมยolk

ความคิดรวบยอดที่ศึกษาในสมมติฐานที่ 2 นี้ เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความล้มเหลว ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและภายในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน ความคิดรวบยอดประเภทนี้จะสร้างขึ้นได้โดยเริ่มจาก

การสงสัยและทำความเข้าใจกับสิ่งเร้า แล้วจะเป็นกระบวนการค้นคว้า ทดลองเพื่อหาข้อสรุป ในที่สุดก็จะเป็นการประเมินผล และตรวจสอบข้อสรุปนั้น (Read. 1964 : 71-87) ซึ่งมีลักษณะ ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้การสนทนาให้เกิดความคิดรวบยอดในกลุ่มควบคุมที่ต้องใช้อุปกรณ์ในการ ทดลอง ค้นหาข้อสรุป จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความ สัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างเห็นชัด และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจะเห็น ได้ว่ากลุ่มควบคุม สูงกว่ากลุ่มทดลอง

1.2.2 สื่อการเรียนการสอน

ในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิจึงทำให้นักเรียน ในกลุ่มทดลองได้แต่เพียงภาพอุปกรณ์และแผนภูมิ ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลและผลการทดลองเท่านั้น ไม่มี โอกาสได้ลงมือปฏิบัติการเก็บข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ จริง ๆ เหมือนกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีโอกาสได้ทำจริง ๆ และสอดคล้องกับการสร้างความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องมีการค้นคว้าทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลมาเพื่อหาข้อสรุป แล้วจึงนำมา ประเมินเป็นความคิดรวบยอดต่อไป ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

1.2.3 กระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ถึงแม้จะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งสองกลุ่มก็ตาม แต่ในกลุ่มควบคุมสามารถที่จะปฏิบัติการ ทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลมาแล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นวิธีการที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความเคยชินในการเรียนมาเป็นเวลานานแล้ว เมื่อกลุ่มทดลองมาเรียนโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ ซึ่งแม้จะได้เห็นภาพและทราบข้อมูลจากผลการทดลองแล้วสรุปมาแล้วก็ตาม แต่กลุ่มทดลองไม่เคยชิน กับการเรียนด้วยสื่อประกอบการเรียนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิกับความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ จึงทำให้กลุ่มทดลองไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ดีเท่ากับการเรียนด้วยอุปกรณ์การทดลองใน กลุ่มควบคุมจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน

1.3 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทาง ทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่

เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากตาราง 4 จะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีโดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไวสเบิร์ก (Weisberg, 1970 : 38674)

ที่ได้ทดลองสอนความคิดรวบยอดในวิชาธรณีวิทยา โดยใช้แผนภาพอธิบายทางภูมิศาสตร์ รูปที่แสดงลักษณะภูมิประเทศโดยใช้เฉพาะเส้นรอบนอก และใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนภาพและรูปเส้นรอบนอก มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดมากกว่า การใช้อุปกรณ์อื่น ๆ และผลการวิจัยของประภา ภาวชน (ประภา ภาวชน 2514 : 43) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ข้อความจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ จากการใช้สไลด์กับรูปภาพประกอบการสอน ปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้รูปภาพชุดเดียวกับสไลด์ ผลการเรียนรู้ความจริงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้รูปภาพและสไลด์ และผลการวิจัยของมนัใจ จรัสรุ่งระวีวร (มนัใจ จรัสรุ่งระวีวร 2516 : 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ โดยใช้หุ่นจำลอง แผนภูมิอธิบายภาพ สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยตอนหนึ่งสรุปไว้ว่า X ในเรื่องน้ำและการกรองน้ำ สอนโดยใช้แผนภูมิแบบอธิบายภาพ ได้ผลสูงกว่าสอนโดยใช้หุ่นจำลองเป็นอุปกรณ์การทดลอง และสอดคล้องกับที่ บราวน์ (Brown, 1965 : 190) ได้กล่าวไว้ว่า รูปภาพและแผนภูมิเป็นทัศนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำเสนอความคิด ความรู้ที่นำเสนอกับคำพูดหรืออุปกรณ์อื่น ๆ แล้วเข้าใจได้ยาก

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจเนื่องมาจาก

2.1 กระบวนการเรียนการสอน

การเรียนการสอนที่ใช้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบเดียวกัน คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และ เน้นหนักในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการ ใช้คำถาม สำหรับคำถามที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการศึกษาครั้งนี้ เป็นคำถามชุดเดียวกันทั้งหมด จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน เพราะผลการวิจัยในอดีต ของ บัทโซ (Butzow. 1971 : 85) โคเลบาส (Kolebas. 1972:4443-A) เวบเบอร์ (Weber. 1972:3582) สันญา ทิพนธว (สันญา ทิพนธนา 2517 : 55 - 56) อุทัย ชีวชนรักษ์ (อุทัย ชีวชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ที่ทำการศึกษาด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยมีความคล้ายคลึงกันคือ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการ เรียนด้วยวิธีสอนที่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีสอนแบบเดียวกันจึงกล่าวข้างต้น จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

2.2 สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิ และกลุ่มควบคุมใช้อุปกรณ์การทดลอง ถึงแม้ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้เหมือนกันก็ตาม แต่กลุ่มตัวอย่างจะเคยชินกับกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้อุปกรณ์ การทดลองมาโดยตลอด เมื่อกลุ่มทดลองถูกกำหนดให้ใช้สื่อการเรียนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิในการ ศึกษาครั้งนี้ จึงอาจทำให้เกิดความกังวลใจ และหนักใจ ทำให้ไม่สามารถจะพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

3. ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอด

3.1 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 5 พบว่า ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ

และแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลทำให้ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของนักเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทมีความสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท กล่าวคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์และความคงทนของผลสัมฤทธิ์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ถ้าผู้เรียนเกิดความเข้าใจในความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทไม่แตกต่างกันแล้ว ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทไม่แตกต่างกันด้วย

3.2 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 6 พบว่าความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์นั้น นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับ นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลทำให้ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์มีความสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง เมื่อพิจารณาความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของกลุ่มควบคุมกับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง

3.3 จากการทดสอบสมมติฐานที่ 7 พบว่า ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง มีผลทำให้ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ

ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีมีความสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ของกลุ่มทดลองก็มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 5, 6 และ 7 พบว่า ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง เมื่อนำมาสอนความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และความคิดรวบยอดทางทฤษฎีตามลำดับแล้วเว้นระยะเวลาไว้ 14 วัน เมื่อนำมาวัดฟื้นความคิดรวบยอดในแต่ละประเภทแล้ว จะเหลือความคงทนในความคิดรวบยอดแต่ละประเภทที่สอดคล้องกันดังกล่าวข้างต้น ที่เป็นเช่นนั้นเพราะในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอดประเภทต่าง ๆ ด้วยวิธีการเรียนการสอนที่แตกต่างกันนี้ ต่างก็มีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อความคงทนของความคิดรวบยอดโดยเฉพาะตัว กล่าวคือ เมื่อนักเรียนเกิดความคิดรวบยอดนั้น ๆ เป็นอย่างดี โดยใช้สื่อการเรียนการสอนชนิดใดแล้ว ย่อมเป็นรากฐานที่มั่นคงในการที่จะจดจำความคิดรวบยอดนั้น ๆ ไปได้นาน ดังนั้นจึงปรากฏให้เห็นว่า เมื่อใช้สื่อการเรียนชนิดใด ทำให้เกิดความคิดรวบยอดแก่นักเรียนสูงแล้ว ก็ย่อมทำให้ความคงทนของความคิดรวบยอดประเภทนั้นสูงตามไปด้วย ซึ่งตรงกับแนวความคิดของอีเทอร์วีราซิงแกม (Ethirveerasingham อ้างอิงจากเจียมจิต ห้าวหาญ 2522 : 17 - 18) ที่กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของระบบความคิด โครงสร้างของระบบความคิดของบุคคล จะจัดลำดับความรู้ในสาขาใดสาขาหนึ่ง ไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และจำข้อมูลใหม่ ๆ ในสาขาเดียวกันจะทำหน้าที่บังคับชี้ความเที่ยงตรงและความแจ่มชัดถึงความหมายของสิ่งที่จะเรียนรู้ ซึ่งผ่านเข้ามาในขอบข่ายของความคิด กระบวนการเช่นนี้ถือว่าเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ถ้าโครงสร้างของระบบความคิดจัดลำดับไว้อย่างเหมาะสมชัดเจนและมีความมั่นคงแล้ว การเรียนรู้ใหม่ ๆ จะเกิดได้ก็และจดจำได้แม่นยำ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยขอเสนอข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า แม้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดก็ตาม แต่ก็ชี้ให้เห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิสามารถชี้แทนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองได้ เพราะจะช่วยประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย อำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนที่จะนำไปใช้ และเปิดโอกาสให้ครูได้มีโอกาสเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้อีกด้วย

1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมินั้น สามารถนำไปใช้ประกอบการสอน ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ได้เป็นอย่างดี เพราะรูปภาพและแผนภูมิจะช่วยลดความซับซ้อนของจินตนาการ สามารถนำไปใช้ในการอธิบาย เหตุการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนกว่าใช้อุปกรณ์การทดลอง ดังนั้นในเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นความคิดรวบยอดทางทฤษฎีแล้วควรใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ

1.3 ในการที่จะสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นนั้น ครูผู้สอนควรนำเสนอความรู้โดยใช้สื่อประกอบการสอนที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียนและประเภทของความรู้ นั้น ๆ ดังนั้นในการสอนความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรแสวงหาวิธีการและสื่อประกอบการเรียนหลาย ๆ แบบ ที่จะเอื้ออำนวยให้เกิดความคิดรวบยอดแต่ละประเภทได้ดีที่สุด เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนได้อย่างสมบูรณ์ และยังสามารถเป็นวิธีการที่ครูสามารถนำเอาส่วนดีมาใช้ เพื่อเสริมหรือทดแทนกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิมได้อีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทเกี่ยวกับความสัมพันธ์และทางทฤษฎี โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ เพื่อจะได้ทราบว่า การสอนแบบสืบเสาะ

หาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอดประเภทใดดีที่สุด

2.2 ควรมีการศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับโดยใช้อุปกรณ์การทดลองในเนื้อหาวิชาเดียวกันนี้กับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ หรือนำวิธีเดียวกันนี้ไปทดลองสอนกับระดับชั้นอื่น ๆ และวิชาอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบว่า วิธีการนี้เหมาะสมกับวิชาใด และนักเรียนในระดับใดมากที่สุด

2.3 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ทั้งในระดับชั้นเดียวกันและต่างระดับชั้นอีกด้วย เพื่อจะได้ทราบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับโดยใช้อุปกรณ์การทดลองจะส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะใดดีที่สุด และทักษะใดเหมาะสมกับการสอนโดยใช้สื่อประกอบการเรียนชนิดใด.

ม ร ร พ ร ุ ก ร ม

บรรณานุกรม

กิ่งแก้ว คูอมรพัฒน์ การวิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 156 หน้า อักษรำเนา

กิติกร มีทรัพย์ และ กาญจนา คำสุวรรณ ความจำ การเวท 2521, 239 หน้า

ชจิต นาวัระ การทดลองใช้แผนภูมิในการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 84 หน้า อักษรำเนา

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ การสร้างมโนคติทาง

วิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 4 ทบวงมหาวิทยาลัย 2524, 31 หน้า อักษรำเนา

_____ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 1 ทบวงมหาวิทยาลัย

2523, 22 หน้า อักษรำเนา

จำเนียร ช่างโชติ และคณะ จิตวิทยาการรับรู้ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2523, 267 หน้า

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พิษณุโลก 2520, 208 หน้า

ชาญชัย อาจินสมาจาร และจินดา สติขิตฤทธิ์ *ความไม่เข้าใจของครูเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

เป็นความล้มเหลวเบื้องต้นของการเรียนการสอน มิตรครู 1 : 40 - 44 มกราคม 2523

ชาวล แพทย์กุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า

_____ เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2508, 434 หน้า

ชัยพร วิชชาวุธ ความจำมนุษย์ โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2520, 166 หน้า

_____ จิตวิทยานับประสมการณ โรงพิมพ์วิธิตสารมวลชน จำกัด 2519, 198 หน้า

นิคม ฉัยยากุล ความสามารถในการสร้างสักับวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่เรียนโดยอิสระและกิจกรรมทั้งเชิงนิทานและนิเสช วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 146 หน้า อักษรำเนา

นิกา สะเพียรชัย *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 29 : 21 - 29, 2518

_____ *ปัญหาและความมุ่งหมายของ การสอนวิทยาศาสตร์ ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 : 1 - 7 กรกฎาคม 2520

เบญจวรรณ กองศิริ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนไต่ขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับจาก
การเรียนเรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง ที่กำหนดไว้ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเขตจังหวัดสระบุรี วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์ 2523, 88 หน้า อักสาเนา

ประภา ภูชน การทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของความจริงในวิชาวิทยาศาสตร์จากการใช้
สื่อโลกกับรูปภาพประกอบการสอน วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
 2514, 44 หน้า อักสาเนา

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารนิเทศการศึกษา
 ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524, 104 หน้า

ประสิทธิ์ สังขมณี ศึกษาผลการเรียนรู้จากการใช้สื่อโลกใบแปะและสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอด
ชนิดสื่อที่จะมีผลแบบโครงเรื่องในลำดับต่างกัน วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 74 หน้า อักสาเนา

พงษ์สวัสดิ์ ลาภบุญเรือง การศึกษาเปรียบเทียบอัตราเร็วของการเรียนรู้และความคงทนของ
ความจำโดยใช้อาภาพที่มีลักษณะปลอดภัยและถูกต้องกับข้อความที่มีลักษณะปลอดภัยกับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรินทร์วิทยาสรรค์ ปีการศึกษา 2515 วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 60 หน้า อักสาเนา

เนติญ จิระการ การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องการวางแผนครอบครัว จากการใช้
ภาพยนตร์ฟิล์มสตรีปและสมุดลำดับภาพ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูง
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 82 หน้า อักสาเนา

มงคล เอี่ยมสาอังก การศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิด
สร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกับ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 172 หน้า อักสาเนา

มังกร ทองสุคี่ โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกสารนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 201
 หน่วยศึกษานิเทศก์กรมการฝึกหัดครู 2521, 128 หน้า

- มันทนา จงสุชนดิกุล ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนรัฐบาล เขตกรุงเทพมหานคร ปรินทิเนียนท์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า อักส่าเนา
- มันใจ จรัสรุ่งเรือง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้โดยวิธีหุ่นจำลองและ
แผนภูมิอธิบายภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ปรินทิเนียนท์
 กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 82 หน้า อักส่าเนา
- เวียงลักษณ์ มหาวันจิณมณตรี การใช้ภาพในการสอนคำศัพท์ภาษาไทยในโรงเรียนชนบทชั้นประถม
ศึกษาตอนปลาย วิทยานิพนธ์ ก.ม. พุทธมณฑลมหาวิทยาลัย 2517, 129 หน้า อักส่าเนา
- วรารณ ชัยโอภาส การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2521, 260 หน้า
- วิรุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์
 กรุงเทพมหานคร 2521, 165 หน้า
- ศึกษาริการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กรุงเทพฯ 2520,
 252 หน้า
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือครูวิชาฟิสิกส์เล่ม 1 สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518, 132 หน้า
- _____ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับร่างครั้งที่ 1 ม.ป.ป. 13 หน้า อักส่าเนา
- _____ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ
 2522, 114 หน้า
- สมเชาวน์ เนตรประเสริฐ เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา เอกสารประกอบการสอน
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2523, 298 หน้า
- สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ คู่มือการใช้สื่อทัศนวัสดุ โครงการพัฒนาการศึกษา
 กระทรวงศึกษาธิการ มงคลการพิมพ์ 2504, 422 หน้า
- สัญญา ทิพเสนา การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบเดิม
ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปรินทิเนียนท์ กศ.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 36 หน้า อักส่าเนา

สมัคร ผลจำรูญ รูปแบบของการค้นหาผลต่อการเรียนรู้นักเรียนระดับประถมศึกษา
ปริญญาพนธ์ กค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 166 หน้า
 อักสำเนา

สุวัจน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
 เสาวณี คุณาวังษา การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านความจำ
ทางภาษาตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ด กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริญญาพนธ์ กค.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517, 30 หน้า อักสำเนา

อรพินท์ หินวัฒน์ การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่โรงเรียนตราก
สรวเสริญ จังหวัดตราก ปีการศึกษา 2511 โดยใช่และไม่ใช้อุปกรณ์การสอน
 ปริญญาพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 116 หน้า
 อักสำเนา

อังคณา สายบท วิธีการทางสถิติ สำหรับการวิจัย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 265 หน้า

อุทัย ชีระชนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบเกม
ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปริญญาพนธ์ กค.ม.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 87 หน้า อักสำเนา

อุษณีย์ พลอยแก้ว การทดลองสอนวิธีสอนแบบผสมที่ช่วยในการพัฒนาบุคลิกภาพในด้านการรับรู้
(Cognitive styles) และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาพนธ์ กค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2518, 43 หน้า อักสำเนา

Adams, Jack A. Human Memory. New York, McGraw-Hill Book Company,
 1967. 216 p.

American Association for the Advancement of Science. Science-A Process
Approach : AAAS/XEROX Corporation, 1970. 316 p.

- Australian Science Education Project, A GUIDE to ASEP. State of Victoria, 1974. 114 p.
- Ausubel, David P. Educational Psychology : A Cognitive View. New York Holt Rinehart and Winston, Inc ; 1968. 685 p.
- Ausubel, David P; and Edmund, V. Sullivan. Theory and Problem of Child Development. New York : Grune and Stratton Inc, 1970. 849 p.
- Bourne, L.E. and Gray, D.E. "Learning Concept Rules : The Role of Positive and Negative Instances," Journal of Experimental Psychology, 77 : 488 - 489, 1968.
- Brandwein, Paul F ; F.G. Watson ; and P.E. Blackwood. Teaching High school Science : A Book of Methods. New York : Harcourt Brace and World, Inc, 1958.
- Brown, Kenneth D. Jame W. Administering Educational Media Instruction Technology and Library Service, Nerberg and Sara K. Srygly. 2 nd Edition, New York, McGraw-Hill, 1965. 449 p.
- Bruner, Jerome S. Toward a Theory of Instruction. Distributed in Great Britain by Oxford University Press, London, 1966. 176 P.
- Bruner, J.S. and other. A Study of Thinking . New York ; John Wiley Sons, 1957. 330 p.
- Butzow, John, W. "The Process Learning Component of Introductory Physical Science : A pilot Study," Research in Education. Vol 6 No. 10, October, 1971. 85 p.
- Grow, L.D. and A. Crow. Child Psychology. New York ; Barnes and Noble Inc., 1960. 267p.
- DeCecco, J.P. The Psychology of Learning Instruction : Educational Psychology. Prentice-Hall, Inc.; Englewood Cliffs, New Jersey, 1968. 267p.
- Deese, James. Earle and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning. 3 rd., New York, McGrae-Hill, 1958. 514 p.
- Egan, D.E., and Greeno, J.G. "Acquiring Cognitive Structure by Discovery and Rule Learning," Journal of Educational Psychology. 64 : 85 - 97. 1973.
- Folk, Doris F. Biology Teaching Methods. John Wiley and Sons, Inc., 1971. 291p.

- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service, Princeton, 1952. 32 p.
- Fischer, Robert, B. Science Man and Society. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1971.
- Gagne , R.M. The Condition of Learning. 2nd.ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc, 1970, 409 p.
- Good, C.V. Dictionary of Education. New York ; McGraw-Hill Book Co, Inc., 1945. 681 p.
- Guilford, J.P. General Psychology. New Jersey, Nostrand Company Inc., 1952. 587 p.
- Hass, Kenneth B. and Packer, Harry Q. Preparation and use of audio-visual aids. New York Prentice-Hall Inc, 1955. 381 p.
- Hurlock, Elizabeth B. Child Development. 4 th Edition New York, McGraw-Hill Book Company, 1964. 776 p.
- Huttenlocher, J. "Some Effect of Negative Instance on the Formation of Simple Concept," Psychological Reports. 11 : 34 - 42, 1962.
- Jacopson, Leonard, I. "Relationship of Intelligence and Mediating Process to Concept Learning," Journal of Educational Psychology. 60 : 109 - 112, 1969.
- Khan, K.H. "An Experimental Study of Conceptual Behavior as Related to Five Different Concept Teaching Strategies", A Dissertation Abstracts International : The Humanistic and Social Science, 37 : 7041 - A, 1976.
- Kinder, James, S. Audio-Visual Materials and Techniques. New York, American Book Company, 1959. 592 p.
- Kluasmeir, H.J., and Foldman K.V. "Effect of a Defection and a Varying Number of Example and Non Example on Concept Attainment," Journal of Educational Psychology. 67 : 175, 1975.
- Knowlton, James, O. A Social and Psychology Linguistic Theory of Pictorial Communication. Indiana, Indiana University, 1964. 166 p.

- Kolebas, Patricia. The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of third Grade Students who have Participated in Science-A Process Approach Since First Entering school. Dissertation Abstracts. Vol. 32 No. 8, 1972. 4443 - A p.
- Krech, D. and R.S. Gruchfield, Elements of Psychology. New York, Alfred A. Knopf, 1958. 700 p.
- Lindsmith, A.R. and Strauss, A.D. Social Psychology. The Dryden Press Inc., 1957. 703 p.
- Lovell, R. The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children. University of London Press, 1966. 158 p.
- McDonald, F.J. Educational Psychology. Wadsworth Publishing Co. Inc., San Francisco. U.S.A. 1959. 748p.
- Owen, J.H. The Ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Situation : An Experiment Investigation in High School Biology and Chemistry Science Education. 4(6) : 207 - 213, 1959.
- Peel, E.A. "Conceptual Learning and Explains Thinking" in Development in Human Learning, p. 125 - 130. New York, American Elsevier. 1968.
- Robinson, James, T. The Nature of Science and Science Teaching. Belmont Wadsworth, 1969. 149p.
- Read, H.B. "Factors Influencing the Learning and Retention of Concept," Journal of Experimental Psychology. 36 : 71 - 87, 1946.
- Romey, William. D. Inquiry Techniques for Teaching Science, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey. 1968. 342 p.
- Russell, D.H. Children's Thinking. Boston. Ginn and Company, 1956. 449p.
- Securro, Samuel. and Walls, Richard. T. "Concept Attainment of Culturally Advantaged and Disadvantaged Children Utilizing Artificial and Lifelike Stimulus Tasks" Journal of Educational Psychology, 62(6) 531 - 538, 1971.
- Smith, Karl. U. "The Scientific Principle of Textbook Design on Illustration," A-V. Communication Review, 34 : 27 - 29. Winter, 1966.

- Spaulding, Seth. "Communication Potential of Pictorial Illustration A-V. Communication Review. 4 : 13 - 46, 1960.
- Snyder, Helen. I. Contemporary Educational Psychology. New York, John Wiley and Sons Inc., 1968. 236 p.
- Sund, Robert b. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary school. Second Edition Publishes by Charles E. Merril Publishing Company. 1973. 236 p.
- Thompson, Robert. The Psychology of Thinking. Middlesex Renguin Book, 1969. 215 p.
- Travers. Essential of Learning : An Overview for Student of Education, 1967. 442p ,
- Tyler, Ralple, W. ⁴ The Knowledge Exclusion : Implications for Secondary Education. The Educational Forum, 29(2) : 148 - 150, 1965.
- Warren, Haward. C. Dictionary of Psychology. Massachusetts : Houghton Mifflin Company. 1934.
- Weber, Marvin. C. The Influence of Science Curriculum Improvement Study on the Hearner's Operational Utilization of Science Processes. Dissertation Abstracts International. 32 : 3582 - A. 1972.
- Weisberg, Joseph. S. "The Use of Visual Advance Organizers for Learning Earth Science Concept," 'Dissertation Abstracts. 30 : 3867 - A, 1972.
- Wesley, Edgar. B. Teaching Social Studies in Elementary school. Boston : D.C. Heath and Company, 1952. 466 p.
- Whipple, Gertrude. "Appraisal of Interest Appeal for Illustration," in Elementary School Journal, 53 : 262 - 269. 1953
- Wittich, Walter. A. and Charls, F. Schuller. Instructional Technology. New York, Harper and Row, 1973. 737 p.
- Worthen, Blaine. R. "Discovery and Expository Task Presentation in Elementary Mathematics," Journal of Educational Psychology. 59(2) : 2 . 1968.
- Youngs, Richard. C. The Nurturance of Independence and of Independence Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development Final Report. Research in Educational. 5(2) : 53 . 1970.
- Yudin, Lee. and Salis, L. Kates. "Concept Attainment and Adolescent Development," Journal of Educational Psychology. 54 : 117 - 132, 1963.

က ဂ ဂ ဂ ဂ ဂ

ภาพปก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 9 ค่าความน่าง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้าน
ความคิดรวบยอด เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.24	.38	15.8	20	.65	.27	11.5	39	.34	.45	14.6
2	.54	.41	12.6	21	.58	.49	12.2	40	.30	.30	15.1
3	.53	.26	12.7	22	.26	.54	15.5	41	.63	.24	11.6
4	.31	.39	15.0	23	.40	.39	14.0	42	.52	.23	12.8
5	.62	.50	11.7	24	.32	.34	14.8	43	.44	.30	13.6
6	.57	.27	12.3	25	.54	.41	12.6	44	.26	.64	15.6
7	.48	.44	13.2	26	.50	.48	13.0	45	.54	.55	12.6
8	.71	.43	10.7	27	.72	.44	10.7	46	.34	.60	14.6
9	.46	.41	13.4	28	.71	.56	10.8	47	.40	.70	14.0
10	.54	.34	12.6	29	.56	.36	12.4	48	.46	.27	13.4
11	.34	.46	14.7	30	.61	.31	11.9	49	.27	.23	15.4
12	.51	.35	12.9	31	.73	.32	10.6	50	.48	.44	13.2
13	.56	.38	12.4	32	.65	.36	11.4	51	.37	.24	14.4
14	.42	.63	13.8	33	.43	.52	13.7	52	.42	.34	13.8
15	.80	.56	9.7	34	.46	.41	13.4	53	.59	.56	12.1
16	.57	.35	12.3	35	.60	.39	12.0	54	.27	.32	15.4
17	.48	.36	13.2	36	.58	.42	12.2	55	.56	.51	12.4
18	.65	.63	11.4	37	.33	.25	14.8	56	.61	.28	11.9
19	.78	.59	10.0	38	.58	.20	12.6				

ตาราง 10 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมยอด
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	.52	.48	.2496	20	.64	.36	.2304	39	.53	.47	.2491
2	.51	.49	.2499	21	.93	.07	.0651	40	.48	.52	.2496
3	.68	.12	.1056	22	.45	.55	.2475	41	.82	.18	.1476
4	.35	.65	.2275	23	.72	.28	.2016	42	.76	.24	.1824
5	.67	.33	.2211	24	.62	.38	.2356	43	.72	.28	.2016
6	.63	.37	.2331	25	.60	.40	.2400	44	.49	.51	.2499
7	.19	.81	.1539	26	.37	.63	.2331	45	.86	.14	.1204
8	.79	.21	.1659	27	.83	.17	.1411	46	.72	.28	.2016
9	.67	.33	.2211	28	.83	.17	.1411	47	.57	.43	.2451
10	.60	.40	.2400	29	.76	.24	.1824	48	.58	.42	.2436
11	.22	.78	.1716	30	.83	.17	.1411	49	.31	.69	.2139
12	.63	.37	.2331	31	.87	.13	.1311	50	.68	.32	.2176
13	.51	.49	.2499	32	.88	.12	.1056	51	.23	.77	.1771
14	.27	.73	.1971	33	.71	.29	.2059	52	.61	.39	.2379
15	.90	.10	.0900	34	.77	.23	.1771	53	.92	.08	.0736
16	.98	.02	.0196	35	.82	.18	.1476	54	.34	.66	.2244
17	.58	.42	.2436	36	.77	.23	.1771	55	.75	.25	.1875
18	.61	.39	.2379	37	.57	.33	.2211	56	.67	.33	.2211
19	.85	.15	.1275	38	.79	.21	.1659				

ตาราง 11 การวิเคราะห์หาความแปรปรวนของแบบทดสอบท้ายเฉลี่ยเลขฐานความถี่รวมยอด

เรื่อง สังคมศึกษาและสิ่งแวดล้อม

เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	30	900	21	34	1156	41	42	1764	61	41	1681	81	28	784
2	31	961	22	31	961	42	42	1764	62	42	1764	82	30	900
3	46	2116	23	32	1024	43	43	1849	63	35	1225	83	28	784
4	20	400	24	44	1936	44	47	2209	64	34	1156	84	27	729
5	33	1089	25	30	900	45	41	1681	65	34	1156	85	31	961
6	33	1089	26	41	1681	46	36	1296	66	48	2304	86	32	1225
7	34	1521	28	37	1369	47	46	2116	67	39	1521	87	30	900
8	39	1521	28	37	1369	48	42	1764	68	44	1936	88	31	961
9	31	961	29	30	900	49	35	1225	69	40	1600	89	29	841
10	38	1444	30	34	1156	50	38	1444	70	48	2304	90	35	1225
11	34	1156	31	31	961	51	45	2025	71	40	1600	91	17	289
12	35	1225	32	44	1936	52	37	1369	72	47	2209	92	30	900
13	32	1024	33	47	2209	53	42	1764	73	36	1296	93	33	1089
14	28	784	34	39	1521	54	39	1521	74	46	2116	94	21	441
15	32	1024	35	27	729	55	46	2116	75	50	2500	95	35	1225
16	37	1369	36	23	529	56	35	1225	76	50	2500	96	26	676
17	19	361	37	38	1444	57	50	2500	77	43	1849	97	32	1024
18	45	2025	38	38	1444	58	40	1600	78	43	1849	98	28	784
19	39	1521	39	27	729	59	34	1156	79	37	1369	99	33	1089
20	34	1156	40	35	1225	60	46	2116	80	47	2209	100	26	676

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ความถี่รวมชุด

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum r_{ij}^2}{S_t^2} \right)$$

$$X = 3614$$

$$(\sum X)^2 = (3614)^2 = 13066996$$

$$\sum X^2 = 135942$$

$$N = 100$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{3614}{100} = 36.14$$

$$n = 56$$

$$S_t^2 = \frac{\sum X^2}{N} - \frac{(\sum X)^2}{N} = \frac{135942}{100} - \frac{13066996}{10000}$$

$$= 1359.42 - 1306.6996$$

$$= 53.3204$$

$$r_{tt} = \frac{56}{56-1} \left(1 - \frac{10.6554}{53.3204} \right)$$

$$= \frac{56}{55} \times \frac{(53.3204 - 10.6554)}{53.3204}$$

$$= \frac{56}{55} \times \frac{42.665}{53.3204}$$

$$= \frac{2382.24}{2932.622}$$

$$= 0.8147112$$

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวิทย์ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.39	.59	21	.43	.27	41	.27	.32			
2	.73	.66	22	.65	.36	42	.57	.49			
3	.75	.52	23	.60	.71	43	.30	.48			
4	.75	.59	24	.32	.62	44	.46	.48			
5	.56	.51	25	.62	.35	45	.64	.76			
6	.23	.35	26	.55	.45	46	.47	.40			
7	.62	.61	27	.44	.51	47	.52	.44			
8	.40	.53	28	.56	.58	48	.38	.42			
9	.49	.33	29	.41	.31	49	.68	.51			
10	.48	.58	30	.74	.64	50	.65	.72			
11	.69	.70	31	.56	.76	51	.57	.67			
12	.50	.48	32	.66	.74	52	.34	.65			
13	.58	.42	33	.48	.52	53	.22	.47			
14	.24	.50	34	.27	.55	54	.38	.36			
15	.43	.59	35	.49	.47	55	.43	.52			
16	.43	.46	36	.74	.64	56	.41	.29			
17	.56	.37	37	.35	.51	57	.41	.47			
18	.78	.21	38	.36	.32	58	.41	.55			
19	.32	.51	39	.45	.34	59	.52	.44			
20	.62	.51	40	.59	.57	60	.35	.56			

ตาราง 13 การหาค่าความถี่ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.32	.68	.2176	21	.33	.67	.2211	41	.68	.32	.2176
2	.69	.31	.2139	22	.58	.42	.2436	42	.51	.49	.2499
3	.87	.13	.1131	23	.51	.49	.2499	43	.47	.53	.2491
4	.71	.29	.2059	24	.41	.59	.2419	44	.45	.55	.2475
5	.68	.32	.2176	25	.72	.28	.2016	45	.73	.27	.1971
6	.24	.76	.1824	26	.66	.34	.2244	46	.46	.54	.2484
7	.79	.21	.1659	27	.42	.58	.2436	47	.72	.28	.2016
8	.51	.49	.2499	28	.73	.27	.1971	48	.55	.45	.2475
9	.79	.21	.1659	29	.39	.61	.2379	49	.76	.22	.1716
10	.49	.51	.2459	30	.32	.68	.2176	50	.61	.39	.2379
11	.73	.27	.1971	31	.76	.24	.1824	51	.58	.42	.2436
12	.37	.63	.2331	32	.70	.30	.2100	52	.41	.59	.2419
13	.69	.31	.2139	33	.51	.49	.2499	53	.22	.78	.1716
14	.41	.59	.2419	34	.91	.09	.0819	54	.55	.45	.2475
15	.62	.38	.2356	35	.73	.27	.1971	55	.29	.71	.2059
16	.94	.06	.0564	36	.87	.13	.1131	56	.59	.41	.2419
17	.82	.18	.1476	37	.59	.41	.2419	57	.25	.75	.1875
18	.93	.07	.0651	38	.36	.64	.2304	58	.45	.55	.2475
19	.62	.38	.2356	39	.81	.19	.1539	59	.61	.39	.2379
20	.29	.71	.2059	40	.68	.32	.2176	60	.68	.32	.2176

ตาราง 14 การวิเคราะห์หาความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	25	625	21	24	576	41	47	2209	61	38	1444	81	22	484
2	37	1369	22	36	1296	42	35	1225	62	42	1764	82	23	529
3	46	2116	23	26	676	43	23	529	63	32	1024	83	31	961
4	29	841	24	40	1600	44	41	1681	64	40	1600	84	22	484
5	30	900	25	31	961	45	43	1849	65	35	1225	85	26	676
6	39	1521	26	36	1296	46	38	1444	66	53	2809	86	32	1024
7	35	1225	27	33	1089	47	47	2209	67	40	1600	87	33	1089
8	37	1369	28	44	1936	48	48	2304	68	46	2116	88	33	1089
9	26	676	29	33	1089	49	32	1024	69	40	1600	89	19	361
10	31	961	30	39	1521	50	42	1764	70	45	2025	90	26	676
11	34	1156	31	35	1225	51	53	2809	71	46	2116	91	17	289
12	38	1444	32	44	1936	52	45	2025	72	46	2116	92	31	961
13	25	625	33	42	1764	53	45	2025	73	37	1369	93	28	784
14	27	729	34	27	729	54	41	1681	74	44	1936	94	13	169
15	34	1156	35	30	900	55	46	2116	75	48	2304	95	26	676
16	41	1681	36	21	441	56	33	1089	76	44	1936	96	27	729
17	16	256	37	43	1849	57	48	2304	77	38	1444	97	31	961
18	36	1296	38	41	1681	58	38	1449	78	43	1849	98	33	1089
19	39	1521	39	32	1024	59	45	1444	79	41	1681	99	34	1156
20	42	1764	40	27	729	60	45	2025	80	51	2601	100	33	1089

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับประถมศึกษา

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} (1 - \frac{\sum pq}{s_t^2})$$

$$X = 3573$$

$$(\sum X)^2 = (3573)^2$$

$$\sum X^2 = 134989$$

$$N = 100$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{3573}{100} = 35.73$$

$$n = 60$$

$$s_t^2 = \frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N} \right)^2 = \frac{134989}{100} - \frac{12766329}{10000}$$

$$= 1349.89 - 1276.6329$$

$$= 73.2571$$

$$r_{tt} = \frac{60}{60-1} (1 - \frac{12.3168}{73.2571})$$

$$= \frac{60}{59} \times \left(\frac{73.2571 - 12.3168}{73.2571} \right)$$

$$= \frac{60}{59} \times \frac{60.9403}{73.2571}$$

$$= \frac{3656.418}{4323.1689} = 0.8459683$$

$$= 0.845983$$

ตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยสุ่มสุ่มความถี่รวมยอด เกี่ยวกับการแบ่งประเภท
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²
1	17	289	16	16	254	1	13	169	16	18	324
2	17	289	17	14	196	2	16	256	17	16	256
3	18	324	18	20	400	3	20	400	18	16	256
4	18	324	19	16	324	4	4	136	19	19	361
5	19	361	20	15	225	5	21	441	20	21	441
6	17	289	21	14	196	6	16	256	21	19	361
7	21	441	22	16	256	7	11	121	22	17	289
8	20	400	23	19	361	8	11	121	23	18	324
9	15	225	24	19	361	9	19	361	24	13	169
10	19	361	25	21	441	10	19	361	25	21	441
11	15	225	26	16	256	11	11	121	26	20	400
12	13	169	27	20	400	12	12	144	27	19	361
13	19	361	28	19	361	13	19	361	28	21	441
14	19	361	29	18	325	14	16	256	29	17	289
15	19	361	30	16	324	15	15	225	30	19	361

ตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดความถี่ของยีนเกี่ยวกับความเข้มข้น
ของ อัลบูมินและฮีโมโกลบิน ของ กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²	ลำดับ	X	X ²
1	17	289	16	15	225	1	16	256	16	19	361
2	16	324	17	17	289	2	16	256	17	18	324
3	16	256	18	16	256	3	20	400	18	16	256
4	17	289	19	18	324	4	16	256	19	19	361
5	20	400	20	15	225	5	18	324	20	19	361
6	19	361	21	16	256	6	15	225	21	18	324
7	18	324	22	15	225	7	17	289	22	18	324
8	15	225	23	15	225	8	16	324	23	16	256
9	17	289	24	16	256	9	16	324	24	17	289
10	16	256	25	17	289	10	17	289	25	19	361
11	16	256	26	16	256	11	19	361	26	18	324
12	20	400	27	17	289	12	18	324	27	19	361
13	18	324	28	19	361	13	19	361	28	19	361
14	15	225	29	17	289	14	17	289	29	17	289
15	17	289	30	15	225	15	18	324	30	16	256

ตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยอันดับการวัดความชอบทางทฤษฎี เรื่อง สิ่งมีชีวิตและ
สิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

ลำดับที่	X	X ²	ลำดับที่	X	X ²
1	9	81	13	9	81
2	8	64	17	6	36
3	9	81	18	9	81
4	9	81	19	10	100
5	8	64	20	9	81
6	9	81	21	8	64
7	8	64	22	9	81
8	8	64	23	10	100
9	7	49	24	9	81
10	10	100	25	9	81
11	6	36	26	7	49
12	8	64	27	8	64
13	9	81	28	6	36
14	8	64	29	10	100
15	7	49	30	9	81

กลุ่มควบคุม

ลำดับที่	X	X ²	ลำดับที่	X	X ²
1	9	81	16	6	36
2	6	36	17	5	25
3	8	64	18	8	64
4	7	49	19	7	49
5	6	36	20	8	64
6	10	100	21	9	81
7	9	81	22	8	64
8	6	36	23	7	49
9	10	100	24	6	36
10	8	64	25	9	81
11	9	81	26	8	64
12	6	36	27	10	100
13	7	49	28	6	36
14	5	25	29	7	49
15	6	36	30	9	81

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	38	1444	16	33	1089	1	35	1225	16	36	1296
2	46	2116	17	38	1444	2	36	1296	17	39	1521
3	43	1849	18	53	2809	3	47	2209	18	42	1764
4	43	1849	19	42	1764	4	37	1369	19	46	2116
5	47	2209	20	32	1024	5	46	2116	20	45	2025
6	35	1225	21	40	1600	6	30	900	21	40	1600
7	23	529	22	35	1225	7	39	1521	22	36	1296
8	46	2116	23	40	1600	8	35	1225	23	44	1936
9	38	1444	24	40	1600	9	37	1369	24	39	1521
10	48	2304	25	45	2025	10	31	961	25	44	1936
11	32	1024	26	37	1369	11	34	1156	26	44	1936
12	42	1764	27	44	1936	12	38	1444	27	42	1764
13	45	2025	28	38	1444	13	41	1681	28	46	2116
14	45	2025	29	43	1849	14	34	1156	29	43	1849
15	41	1681	30	41	1681	15	41	1681	30	41	1681

ตาราง 19 คะแนนความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวมย่อยเกี่ยวกับการแบ่งประเภท
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	12	144	16	12	144
2	13	169	17	10	100
3	10	100	18	16	256
4	13	169	19	13	169
5	14	196	20	11	121
6	13	169	21	10	100
7	16	256	22	12	144
8	15	225	23	14	196
9	11	121	24	14	196
10	14	196	25	17	289
11	11	121	26	13	169
12	8	64	27	16	256
13	14	196	28	15	225
14	14	196	29	10	100
15	16	256	30	12	144

กลุ่มควบคุม

เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	8	64	16	13	169
2	12	144	17	12	144
3	15	225	18	12	144
4	10	100	19	14	196
5	16	256	20	16	256
6	12	144	21	14	196
7	8	64	22	13	169
8	8	64	23	13	169
9	14	196	24	8	64
10	14	196	25	16	256
11	8	64	26	15	225
12	9	81	27	14	196
13	14	196	28	16	256
14	12	144	29	13	169
15	11	121	30	14	196

ตาราง 20 คะแนนความคงทนของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์

เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	14	196	16	11	121	1	13	169	16	15	225
2	15	225	17	14	196	2	12	144	17	15	225
3	13	169	18	12	144	3	15	225	18	13	169
4	16	256	19	13	169	4	13	169	19	16	256
5	14	196	20	11	121	5	12	144	20	14	196
6	12	144	21	16	256	6	10	100	21	15	225
7	13	169	22	10	100	7	14	196	22	13	169
8	14	196	23	10	100	8	14	196	23	12	144
9	12	144	24	12	144	9	15	225	24	13	169
10	10	100	25	11	121	10	14	196	25	16	256
11	12	144	26	15	225	11	16	256	26	14	196
12	13	169	27	13	169	12	15	225	27	15	225
13	15	225	28	10	100	13	15	225	28	15	225
14	12	144	29	12	144	14	12	144	29	14	196
15	12	144	30	11	121	15	13	169	30	12	144

ตาราง 21 คะแนนความชอบของผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รายยอกทางทฤษฎี เรื่อง สิ่งมีชีวิต
และสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²	เลขที่	X	X ²
1	7	49	16	7	49	1	7	49	16	4	16
2	6	36	17	4	16	2	4	16	17	3	9
3	7	49	18	7	49	3	6	36	18	6	36
4	7	49	19	8	64	4	5	25	19	5	25
5	6	36	20	7	49	5	4	16	20	6	36
6	7	49	21	6	36	6	9	64	21	7	49
7	3	9	22	7	49	7	4	16	22	4	16
8	6	36	23	8	64	8	4	16	23	5	25
9	5	25	24	7	49	9	8	64	24	7	49
10	8	64	25	7	49	10	6	36	25	7	49
11	4	16	26	6	36	11	8	64	26	6	36
12	6	36	27	6	36	12	4	16	27	8	64
13	7	49	28	4	16	13	5	25	28	4	16
14	6	36	29	8	64	14	7	49	29	5	25
15	5	25	30	9	81	15	4	16	30	4	16

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ครั้งที่ 1

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิดรวบยอด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบ่งประเภท	ความหมาย			
1. สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา มีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต 2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตมีทั้งที่เป็นพืช และเป็นสัตว์ 3. สภาพของสิ่งแวดล้อมเป็นผลต่อความเจริญเติบโตของพืช			เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วจะมีความสามารถ 1. ระบุสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเราได้ 2. จำแนกสิ่งแวดล้อมออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้ 3. จำแนกสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ได้ 4. บอกความหมายของสิ่งแวดล้อมได้ 5. ระบุสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความเจริญเติบโตของคนได้ 6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม กับความเจริญเติบโตของคนได้ 7. อธิบายแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้	1. ชื่นชมรายงานการสังเกตเกี่ยวกับปัญหา 1.1 ให้นักเรียนศึกษาสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต เช่น ปลาในอ่างเลี้ยงปลา, นกเกาะบนต้นไม้ เป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่ปรับตัวในกระป๋องที่ขึ้นแสงเกาะแล้วตั้งคำถามดังต่อไปนี้ — สิ่งแวดล้อมของคน, ปลา, นก, คนตัว ในแต่ละสภาพแวดล้อมนั้นจะมีอะไรบ้าง ถ้าจำแนกออกเป็นพวก ๆ จะได้อะไรบ้าง — ในแต่ละสภาพแวดล้อม มีสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตอะไรบ้าง ถ้าจะแบ่งสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตเป็นพวกจะได้กี่พวก อะไรบ้าง — จะสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อม และประเภทของสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร	การสังเกต การจำแนกประเภท

ประเภทของงาน	ประเภทของงาน		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	ประเภท	รายละเอียด			
ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้		8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับความเจริญเติบโตของพืชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้	1.2 ให้นักเรียนสรุปสภาพแวดล้อมของตนเองที่ปลูกในกระถาง 4 ใบ แต่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน แล้วตั้งคำถามดังนี้ — มีความสงสัยเกี่ยวกับเรื่องใดมากที่สุด เกี่ยวกับสภาพของต้นทั้ง 4 กระถาง และให้ระบอบอกมาเป็นปัญหา — ให้ระบุสิ่งที่ได้เป็นสาเหตุของสิ่งที่สงสัย — จะตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบปัญหาร่างกายอย่างไร — จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร — ผลที่ได้จะได้อะไรจากการทดลองจะเป็นอย่างไร	การสังเกต
	ความรู้			2. ขั้นตอนปฏิบัติการเพื่อเก็บข้อมูล 2.1 ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลเพื่อนำไปพิสูจน์สมมติฐาน 2.2 ตั้งคำถามเพื่อการอภิปรายและศึกษาค้นคว้าข้อมูล เช่น	การลงความคิดเห็น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง

ประเภทของวารสาร รวม เฉพาะ ความ ทาง สังคม สุขภาพ	ประเภทของวารสาร รวม เฉพาะ	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการวิจัยการสอน	ลักษณะการเผยแพร่ ทางวิทยาศาสตร์
			—ความไม่เจริญเติบโตของต้นกล้วย —ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน จะมีความแตกต่างกันอย่างไร —ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดที่ปลูกกับจำนวนต้นอ่อนที่งอกของกล้วยในกระป๋องที่ 1, 4, 5 และ 6 แล้วนำผลที่ได้มาทำนายว่า ถ้าเพาะเมล็ดกล้วย 50 เมล็ด และ 90 เมล็ด กล้วยจะออกกี่ต้น 2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาข้อแตกต่าง 3. <u>เสนอปัญหาการแก้ปัญหาและนำความรู้ความเข้าใจใหม่ไปใช้</u> 3.1 สรุปผลการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามดังนี้ —ผลที่สรุปได้สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าไม่ปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร) 3.2 นำความรู้ไปปฏิบัติโดยถามว่า —คนอายุที่อยู่บนเรือใบจะโตหรือไม่ —เทียบกับบริเวณสนามนอกหมู่บ้าน มีความ	การตีพิมพ์ รวม การเผยแพร่

ความเคลื่อนไหว ประเภทของความเสี่ยง ความเสี่ยง ความ ทาง	วัตถุประสงค์ ความเสี่ยง ความ ทาง
--	---

แผนการสอน ครั้งที่ 1

ความถี่รวมของ

1. สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตมีทั้งที่เป็นพืชและสัตว์
3. สภาพของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ระบุสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเราได้
2. จำแนกสิ่งแวดล้อมออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้
3. จำแนกสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ได้
4. บอกความหมายของสิ่งแวดล้อมได้
5. ระบุสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความเจริญเติบโตของพืชได้
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับความเจริญเติบโตของพืชได้
7. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับความเจริญเติบโตของพืช จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง วัสดุอุปกรณ์และแบบฝึก
2. กลุ่มควบคุม วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และในชั้นเรียน
2. ทบทวนความรู้หลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการสอนกลุ่มทดลอง สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขึ้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนดูรูปภาพที่ 1.1 - 1.4 ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

รูปภาพ	คำถาม
1.1 นักเรียนในห้องเรียน	1. สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
1.2 ปลาในอ่างเลี้ยงปลา	1. สิ่งแวดล้อมของปลา มีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
1.3 นกที่เกาะบนต้นไม้	1. สิ่งแวดล้อมของนกมีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
1.4 ต้นถั่วที่ปลูกในกระป๋องมีแมลงเกาะ	1. สิ่งแวดล้อมของต้นถั่วมีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง

- สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตในแต่ละภาพมีอะไรบ้างและแบ่งออกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

- จะสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อมและประเภทของสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

1.2 ให้นักเรียนดูรูปภาพที่ 1.5 ที่แสดงต้นถั่วที่ปลูกในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

โดยให้นักเรียนได้สำรวจอย่างละเอียด แล้วตั้งคำถามดังนี้

- สภาพของต้นถั่วทั้ง 4 กระถางในรูปภาพที่ 1.5 ซึ่งเริ่มปลูกพร้อมกัน จาก

ภาพนี้มีความสงสัยในเรื่องใดมากที่สุด ให้ระบุนอกมาเป็นปัญหา

- ในสิ่งที่สงสัยนั้น คิดว่ามีสิ่งใดเป็นสาเหตุ

- จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาข้างต้นอย่างไร

- จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะออกแบบการทดลองอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์

ดูรูปภาพที่ 1.6

- ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนทำความเข้าใจ แผนภูมิที่ 1.1 และ รูปภาพที่ 1.7 เพื่อศึกษาข้อมูลที่ได้จากการทดลองและรูปภาพผลการทดลอง

2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล ดังต่อไปนี้

- ถ้าเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วระหว่างกระถางที่ 1 กับกระถางที่ 2, กระถางที่ 1 กับกระถางที่ 3, กระถางที่ 1 กับกระถางที่ 4, กระถางที่ 1 กับกระถางที่ 5, กระถางที่ 1 กับกระถางที่ 6 และกระถางที่ 2 กับกระถางที่ 3 แต่ละคู่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างไร และผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วแตกต่างกันอย่างไร

- เมื่อนำผลการเจริญเติบโตของทุกกระถางมาเปรียบเทียบกันแล้ว ต้นถั่วในกระถางใดที่ออกได้เจริญเติบโตดีที่สุด มีแนวทางการเปรียบเทียบอย่างไร

- ให้นักเรียนเขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดถั่วที่ปลูกกับจำนวนต้นอ่อนที่ออกของต้นถั่วในกระถางที่ 1, 4, 5 และ 6 แล้วนำผลจากกราฟมาทำนายว่า ถ้าเพาะต้นถั่ว 50 เมล็ด และ 90 เมล็ด คาดว่าจะออกกี่เมล็ด

2.3 จะสรุปผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาจากรูปภาพและแผนภูมิว่าอย่างไร

3. ขั้นสรุปผลจากการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลจากการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามดังนี้

- ผลที่สรุปได้จากข้อมูลสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สรุปเป็นความรู้ใหม่ แต่ถ้าไม่สอดคล้องก็ต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนจะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้

- จากรูปภาพที่ 1.8 ปริมาณของต้นหญ้าบริเวณสนามกับบริเวณใต้ต้นไม้ มีความแตกต่างกันเพราะเหตุใด

- อภิปรายโดยตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนได้รับกิ่งกุหลาบคนละ 10 กิ่ง โดยได้รับมอบหมายให้ไปปลูกที่บ้าน นักเรียนจะหาอย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 1 กลุ่มทดลอง



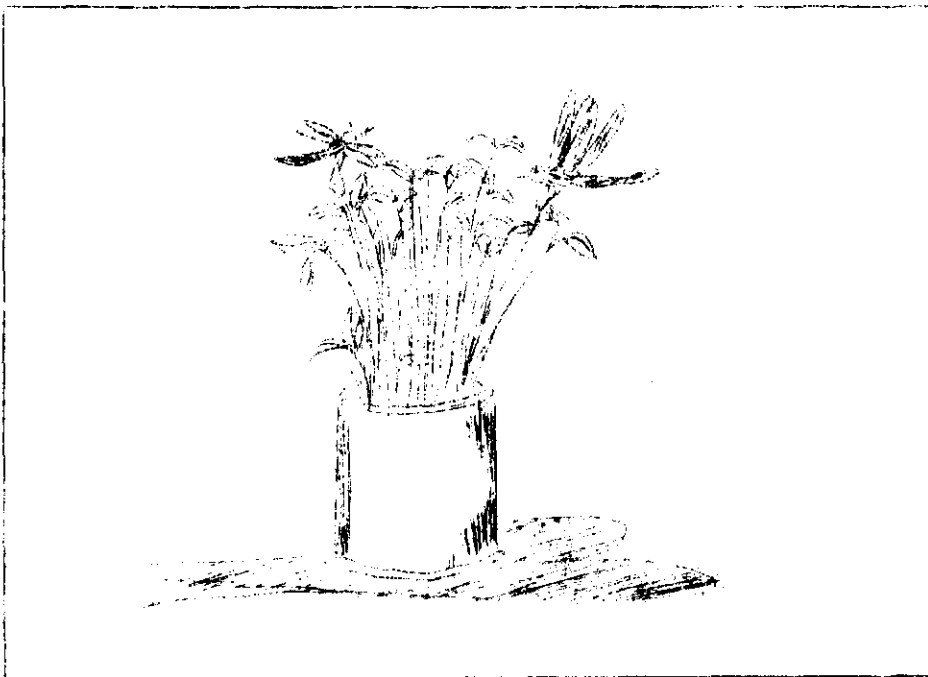
รูปภาพที่ 1.1 นักเรียนและสิ่งแวดล้อม



รูปภาพที่ 1.2 ปลาและสิ่งแวดล้อม



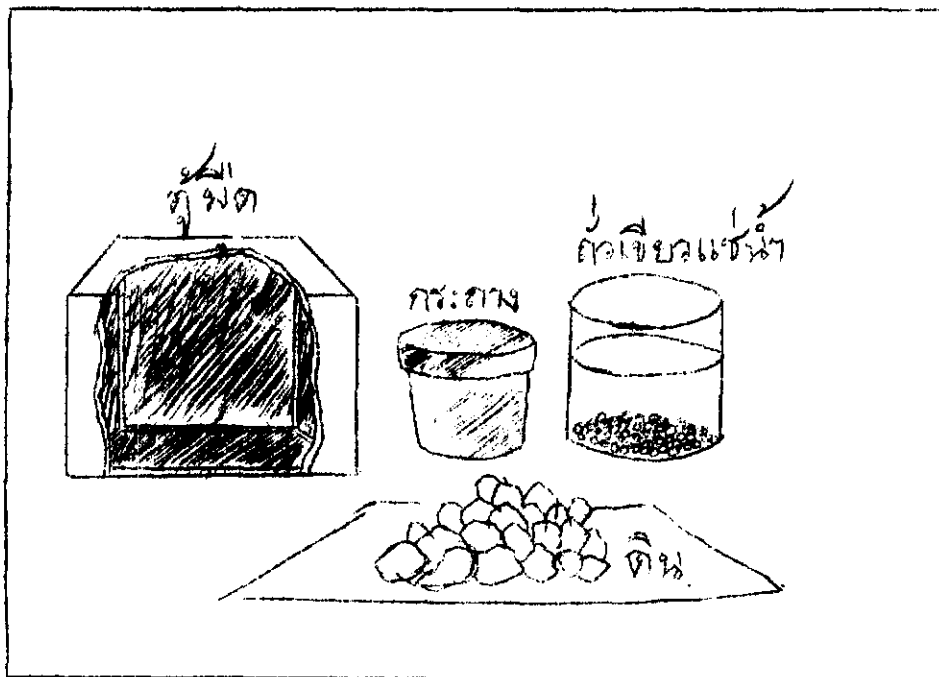
รูปภาพที่ 1.3 นกและสิ่งแวดลอม



รูปภาพที่ 1.4 ต้นถั่วและสิ่งแวดลอม



รูปภาพที่ 1.5 ก้นแก้วที่มีความเจริญเติบโตแตกต่างกัน



รูปภาพที่ 1.6 อุปกรณ์การทดลอง

แผนภูมิที่ 1.1

การทดลองเรื่อง สิ่งแวดล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อพืช

สารเคมีและอุปกรณ์ เมล็ดถั่วเขียว กระป๋องนมหรือกระถางเล็ก ๆ ดิน น้ำ ทุ้ม

วิธีทำ 1) แช่เมล็ดถั่วเขียวประมาณ 300 เมล็ดทิ้งไว้ 1 คืน

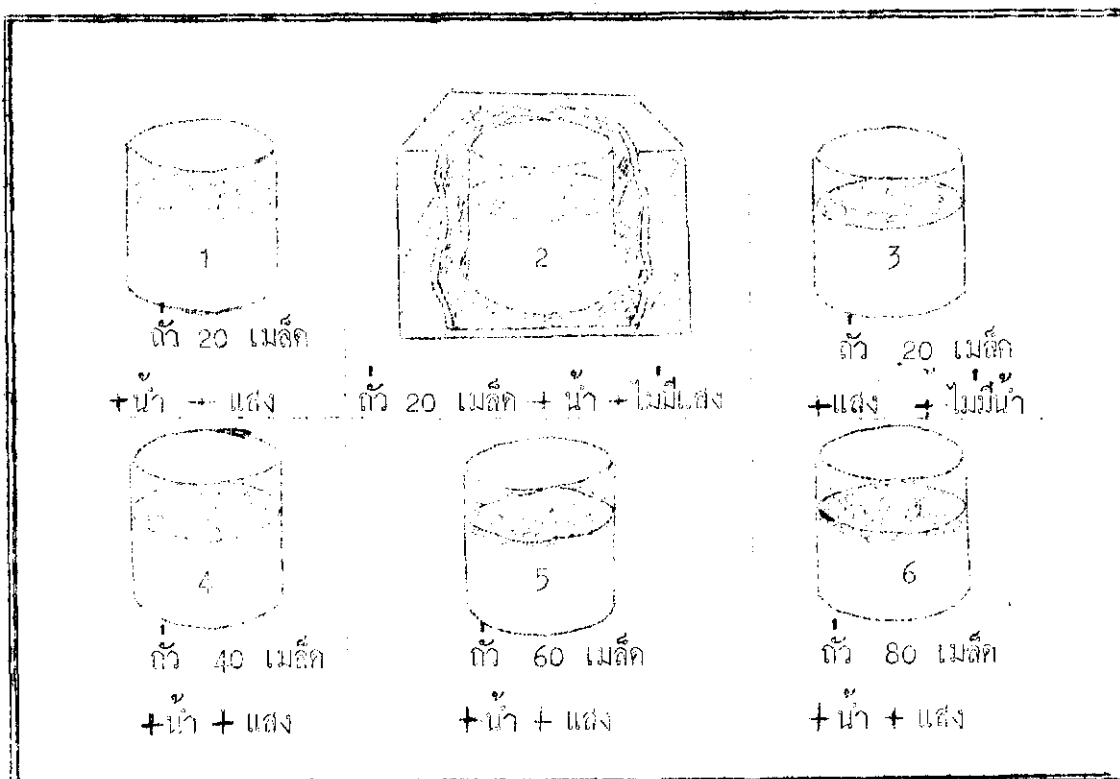
2) ใส่ดินลงในกระถางประมาณ $4/5$ ของกระถาง หัก 6 ใบ รดน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในกระถางทุกใบ

3) ในกระถางที่ 1, 2 และ 3 ใช้เมล็ดถั่วกระถางละ 20 เมล็ด กระถางที่ 4 ใช้ 40 เมล็ด กระถางที่ 5 ใช้ 60 เมล็ด กระถางที่ 6 ใช้ 80 เมล็ด แล้วกลบด้วยดินหนา 1 เซนติเมตร

4) เก็บกระถางใบที่ 2 ไว้ในทุ้ม นอกนั้นตั้งไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง

5) เฉพาะกระถางใบที่ 3 ไม่รดน้ำ

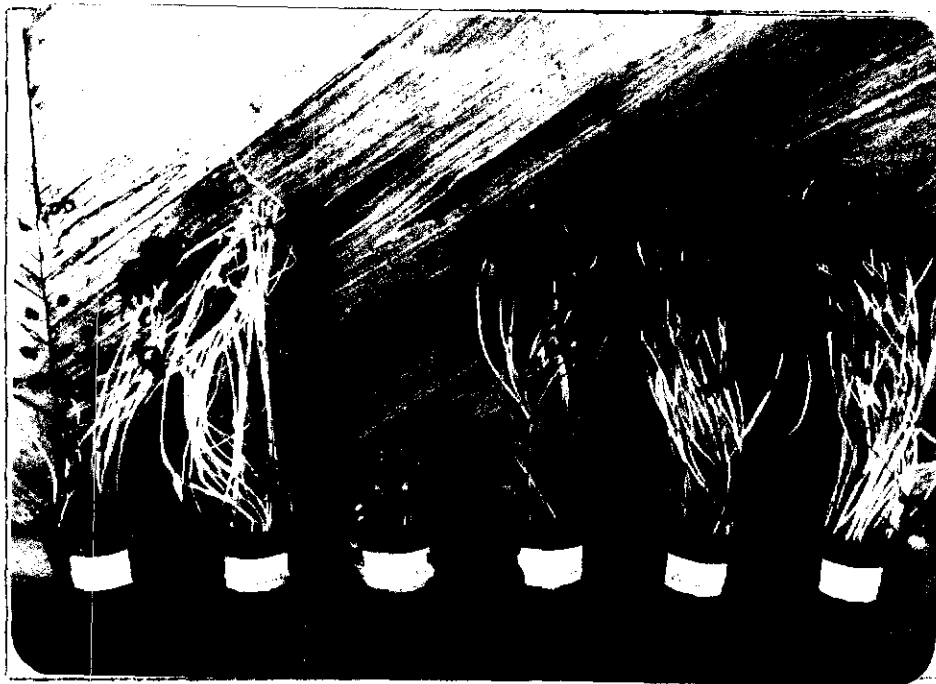
6) สังเกตความเจริญเติบโตจนครบ 12 วัน บันทึก ขนาดและสีของใบ ลำต้น ความสูง เพื่อเปรียบเทียบกัน



แผนภูมิที่ 1.1 ต่อ

บันทึกผลการทดลอง

กระถาง ที่	สภาพของสิ่งแวกกลม		จำนวน ต้น (ต้น)	ความเจริญเติบโตของต้นถั่วหลังจาก ที่ปลูกนาน 12 วัน
	จำนวนเมล็ด ที่ปลูกต่อกระ- ถาง (เมล็ด)	ปริมาณน้ำ และแสงที่ ได้รับ		
1	20	มีแสง มีน้ำ	18	เจริญเติบโตดี ใบเขียว ขนาดใบใหญ่กว่ากระถาง อื่น ๆ ลำต้นสีเขียวอ่อน มีขนาดความเท่า ๆ กัน
2	20	ไม่มีแสง มีน้ำ	12	ใบสีเหลือง ต้นสีเทา ลำต้นสูงมาก
3	20	มีแสง ไม่มีน้ำ	9	ใบสีเขียวเข้ม เจริญเติบโตในระยะแรก ต่อไปจะเหี่ยวและตายในที่สุด
4	40	มีแสง มีน้ำ	34	ใบสีเขียว ต้นเจริญเติบโตไม่ค้อยเท่ากัน ใบและ ลำต้นมีขนาดเล็กกว่ากระถางใบที่ 1
5	60	มีแสง มีน้ำ	47	ใบสีเขียว ลำต้นเจริญเติบโตไม่เท่ากัน มีบางต้นขนาดเล็กมาก
6	80	มีแสง มีน้ำ	58	ต้นเจริญเติบโตไม่เท่ากันบางต้นมีขนาดเล็กมาก ขนาดของใบเล็กกว่าของกระถางที่ 1, 4, 5



รูปภาพที่ 1.7 ผลการทดลอง



รูปภาพที่ 1.8 ต้นหญ้าที่อยู่ในร่มไม้และนอกร่มไม้ใหญ่

การฝึกอบรม	ประเภทของความรู้			จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	รวม	ความรู้	ทาง			
	ประเภท	ผู้รับผิดชอบ	ทรัพยากร			
				ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งใจได้ 7. สรุปผลความรู้สัมพันธ์ระหว่างแสงกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นมาได้จากหลอดไฟได้จากการทดลองได้ 8. สรุปประโยชน์ตรงแสงที่พบต่อพืชได้	— จะสรุปความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในด้านการปรับตัวอย่างไร 1.2 ให้นักเรียนผลสภาพของตนเอง 2. กระจกเงา กระจกที่ 1 ใ้รับแสง กระจกที่ 2 ไม่ได้รับแสง แล้วตั้งคำถามต่อไป — กระจก 2 กระจกเงาเป็นกระจกที่นักวิทยาศาสตร์เห็นความแตกต่างของสิ่งใด และมีความสงสัยเกี่ยวกับเรื่องใดมากที่สุดให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา — ในสิ่งที่สงสัยนั้นมีสาเหตุมาจากสิ่งใด — จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาของตนเองอย่างไร — ในทางทดสอบสมมติฐานทางตนเองจะสังเกตได้จากสิ่งใด — จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร	การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง

แผนการสอน ครั้งที่ 2

ความถี่ความยอก

1. สิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันจะพึ่งพาอาศัยกัน
2. สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อการอยู่รอดและดำรงพันธุ์
3. การสร้างอาหารของพืชต้องอาศัยแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. บอกถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมบริเวณเดียวกันได้
2. บอกถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
3. อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกัน ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้
4. ระบุให้เห็นความแตกต่างของพืชที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันได้
5. สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นได้
6. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
7. สรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นมา จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
8. สรุปประโยชน์ของแสงที่มีต่อพืชได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิ
2. กลุ่มควบคุมใช้อุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และในชั้นเรียน
2. ตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง ส่วนกวดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แล้วให้คำถามดังต่อไปนี้

รูปภาพ	คำถาม
2.1 ภาพปลาในอ่างเลี้ยงปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย	1. สิ่งแวดล้อมของปลาจะมีอะไรบ้าง 2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตของปลาจะมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับปลาอย่างไร
2.2 ภาพนกที่ทำรังอยู่บนต้นไม้	1. สิ่งแวดล้อมของนกจะมีอะไรบ้าง 2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตของนกจะมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับนกอย่างไร
2.3 ภาพต้นไม้ที่ปลูกไว้ในกระป๋องและตั้งไว้ในกลางแจ้ง	1. สิ่งแวดล้อมของต้นไม้จะมีอะไรบ้าง 2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตของต้นไม้จะมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับต้นไม้อย่างไร

- สิ่งมีชีวิตในรูปภาพ 2.1, 2.2, 2.3 มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตอย่างไร

- จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันได้อย่างไร

- สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตของปลา, ต้นไม้, นก และต้นไม้มีสิ่งใดบ้าง และสิ่งแวดล้อมเหล่านี้

มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตข้างต้นอย่างไร

- จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร (รูปภาพที่ 2.4)

1.2 ให้นักเรียนดูภาพที่ 2.5 (ต้นไม้ 2 กระถางที่ปลูกพร้อม ๆ กันโดยที่กระถางที่ 1 ได้รับแสง กระถางที่ 2 ไม่ได้รับแสง สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เหมือนกัน ให้นักเรียนสังเกตโดยละเอียดแล้วตั้งคำถามดังต่อไปนี้

- ถ้าต้นไม้ทั้ง 2 กระถางนี้ปลูกพร้อม ๆ กัน นักเรียนสังเกตเห็นความแตกต่างของสิ่งใด

มีความสงสัยเกี่ยวกับเรื่องใดมากที่สุดขอให้ระบุดูออกมาเป็นปัญหา

- ในสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้มีสาเหตุมาจากสิ่งใด
- จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหานั้นอย่างไร
- ในการทดสอบสมมติฐานข้างต้น จะสังเกตผลได้จากสิ่งใด
- จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร ถ้ากำหนดอุปกรณ์ให้ดังในภาพที่ 2.6

(ต้นถั่ว น้ำ แป้ง แอลกอฮอล์ ไอโอดีน กระดาษค่า ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กันลม ขี้ผึ้ง หลอดทดลอง ขนาดใหญ่และเล็ก หลอดหยด กระจกนูน ปากคีบ ถ้วยพลาสติกใส)

- ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นตอนปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ (แผนภูมิที่ 2.1 แสดงลำดับขั้นเกี่ยวกับการทดลอง เรื่องการสร้างอาหารของพืชต้องอาศัยแสงตั้งแต่การนำต้นถั่วไปไว้ในขี้ผึ้ง จนกระทั่งถึงการทดสอบด้วยไอโอดีน และมีตารางข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการทดลองรูปภาพที่ 2.7 เป็นรูปแสดงผลของการทดสอบอาหารในใบพืชด้วยสารละลายไอโอดีน)

2.2 ใ้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

- น้ำแป้งที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะมีสีอะไร
- ใบถั่วจากกระป๋องที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ใบถั่วที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นแสดงให้ทราบว่า

สิ่งใด

- ใบถั่วที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเพราะเหตุใด
- ผลการทดลองนี้จะสรุปได้ว่าอย่างไร

2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาข้อมูล

3. ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลการแก้ปัญหา ตั้งคำถามดังนี้

- ผลที่สรุปได้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ (ถ้าสอดคล้องจะสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้
แต่ถ้าไม่สอดคล้องต้องแก้ไขสมมติฐานก่อนสรุปเป็นความรู้ใหม่)

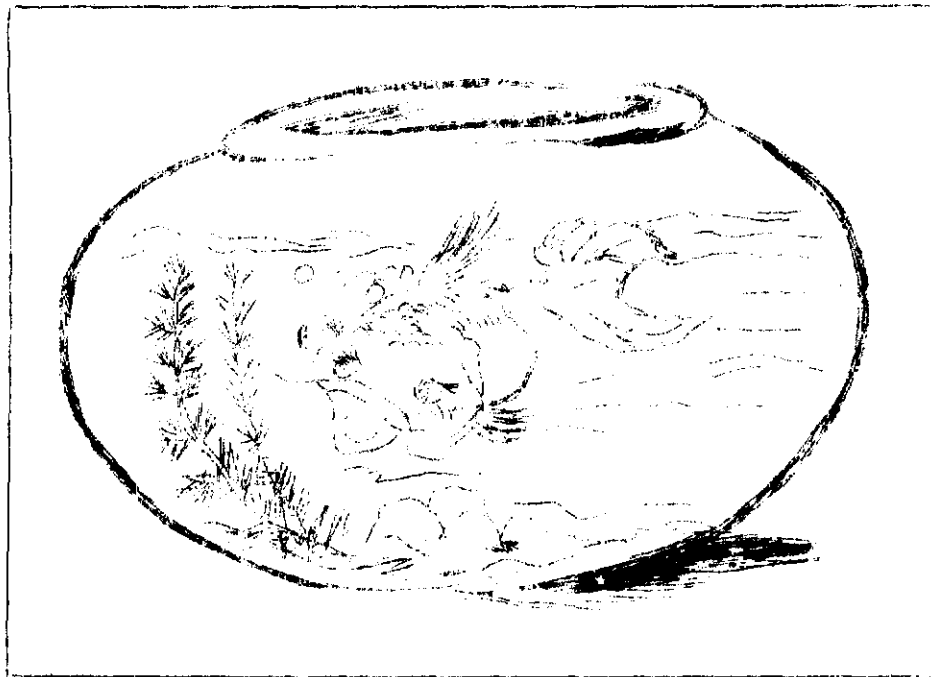
3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ ทั้งคำถามต่อไปนี้

-การสร้างอาหารของพืชต้องใช้แสงแดด ถ้าใช้แสงชนิดอื่นแล้วพืชจะสร้างอาหาร
ได้หรือไม่ จะมีแนวทางทดลองได้อย่างไร

-ถ้าผักแว่นจะปลูกได้ในแปลงเกษตรให้เจริญเติบโต จะมีแนวทางทำได้อย่างไร

(ใช้รูปที่ 2.8)

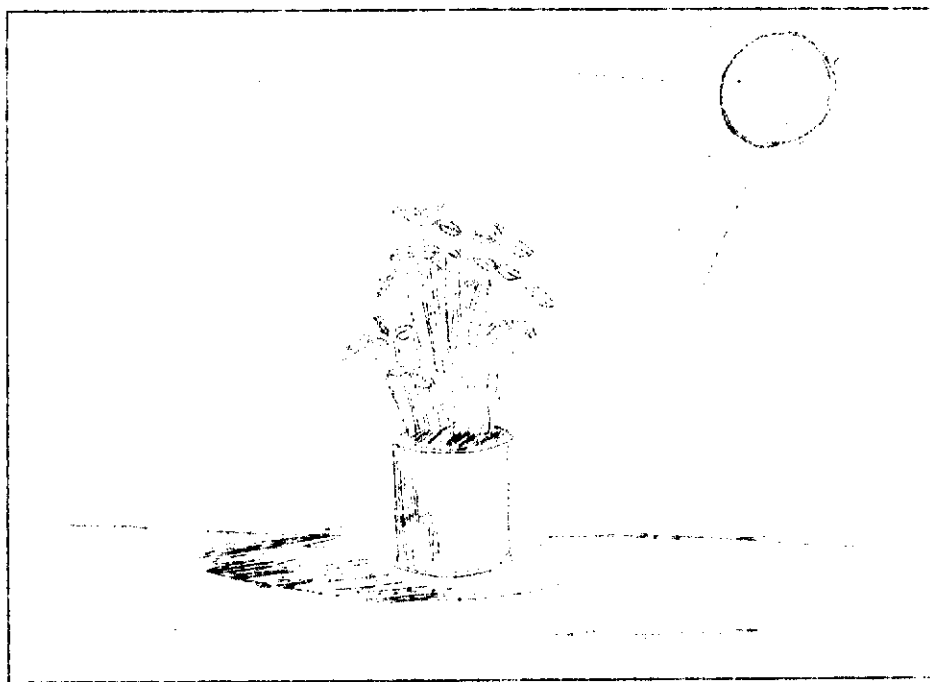
สื่อการเรียนรู้การสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 2 กลุ่มทดลอง



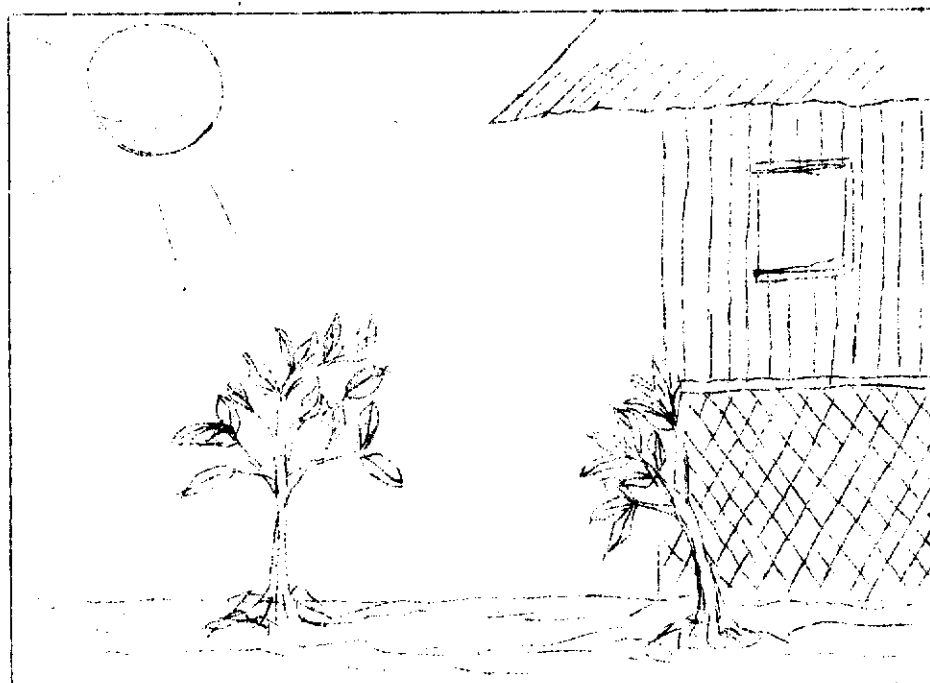
รูปภาพที่ 2.1 ปลาและสิ่งแวดล้อม



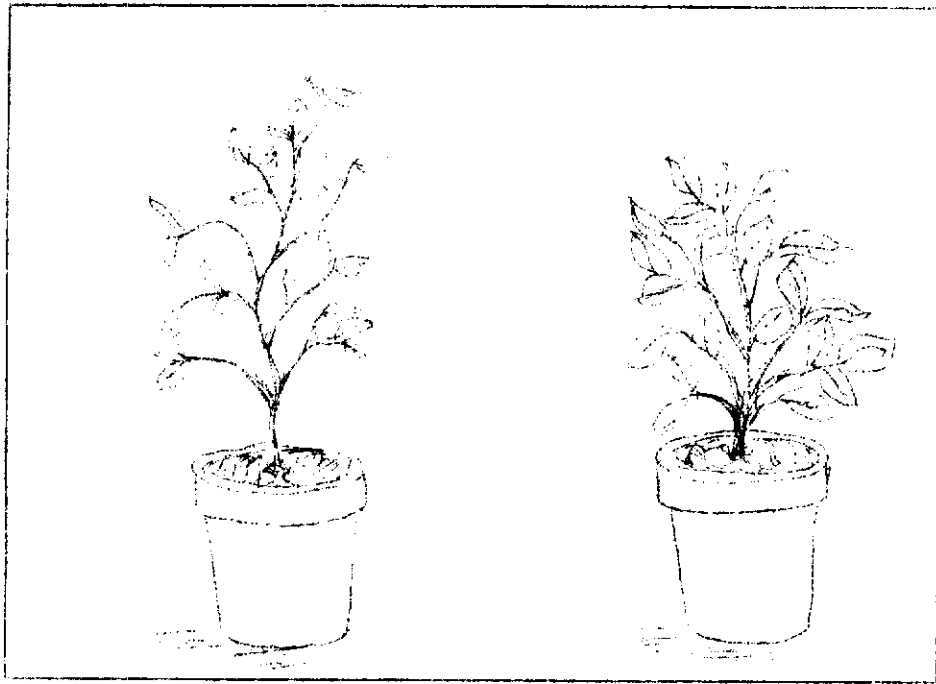
รูปภาพที่ 2.2 นกและสิ่งแวดล้อม



รูปภาพที่ 2.3 ต้นไม้ที่ปลูกไว้ในกลางแจ้ง



รูปภาพที่ 2.4 ต้นไม้ที่ปลูกในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน



รูปภาพที่ 2.5 ต้นไม้ที่เจริญเติบโตแตกต่างกัน



รูปภาพที่ 2.6 อุปกรณ์การทดลอง

แบบฝึกที่ 2.1

การทดลองเรื่อง การสร้างอาหารของพืช

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสำคัญของแสงต่อการสร้างอาหารของพืช

สารเคมีและอุปกรณ์ ต้นถั่ว น้ำ แป้ง เอธิลแอลกอฮอล์ สารละลายไอโอดีน กระดาษดำ ตะเกียง-
ขั้วหลอด ตะแกรงลวด ภูมิอก หลอดทดลองขนาดใหญ่และเล็ก หลอดหยด
กระเบื้องนม ปากกีย์ ถ้วยพลาสติกใส

วิธีทำ 1) นำต้นถั่วเก็บไว้ในที่มืด 1 วัน แล้วเก็บใบไว้ทดลอง 3 ใบ

2) ใ้กระดาษดำหุ้มใบถั่ว 2 ใบให้มิดชิด แล้วนำไปตั้งกลางแดด 3 ชั่วโมง

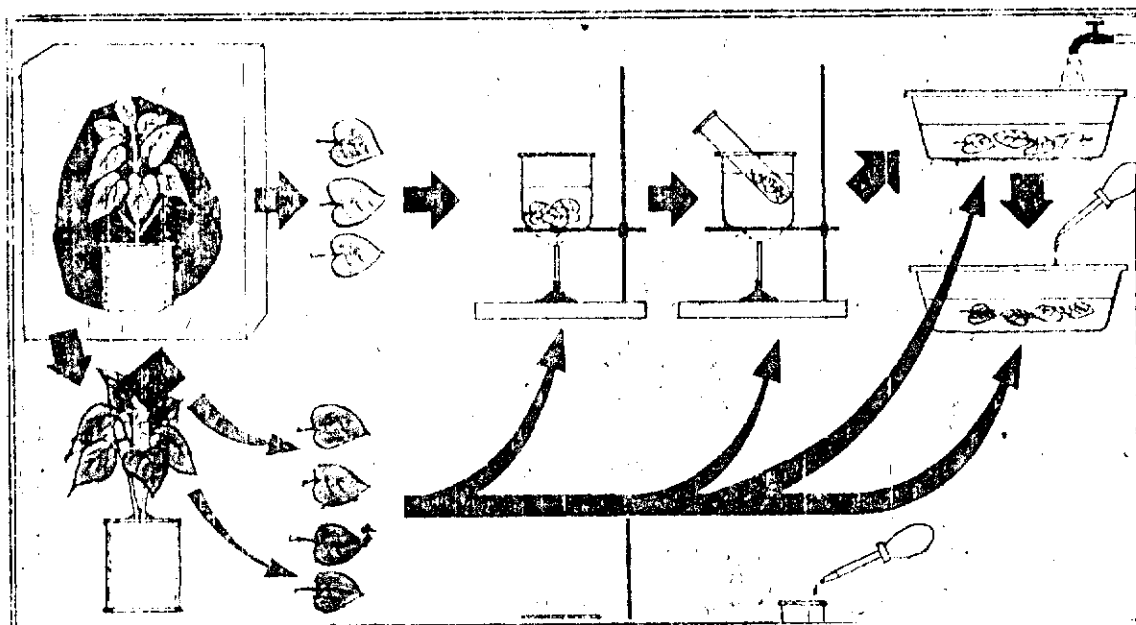
3) ต้มน้ำในระบ้องจนเดือด ใส่ใบถั่วที่เด็ดไว้จากข้อ 1 หมั่นต่อไปอีก 1 นาที

4) คีบใบถั่วใส่หลอดทดลองที่มีเอธิลแอลกอฮอล์ แลหลอดทดลองในกระบ้องน้ำที่เดือดอยู่

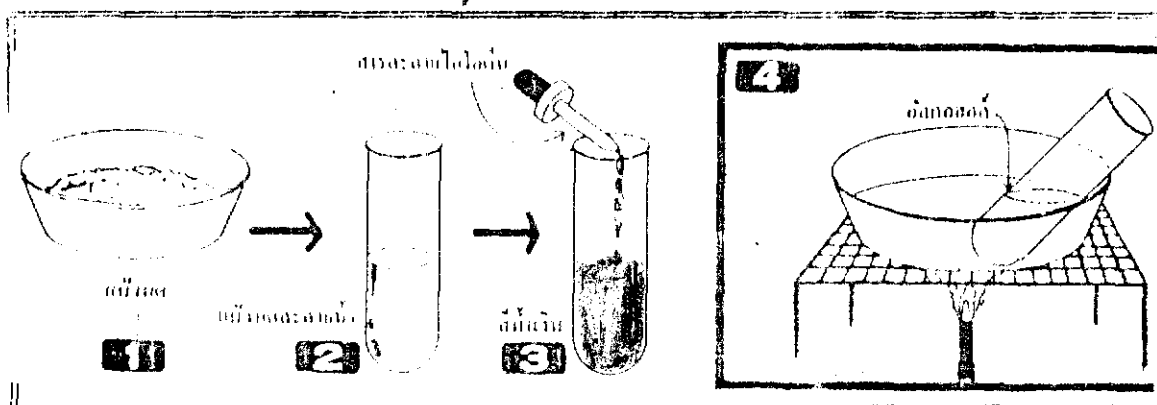
ต้มต่อไปอีก 2-3 นาที คีบใบถั่วชิ้นหนึ่งในน้ำเย็น

5) นำใบถั่วชิ้นวางในถ้วยกระเบื้อง หยดสารละลายไอโอดีน 2-3 หยดลงบนใบถั่ว
ทิ้งไว้ ครึ่งนาทีจึงล้างน้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงบนที่ทดสอบ

6) เท็ดใบถั่วที่หุ้มด้วยกระดาษดำและใบที่ถูกแสงอีกชนิดละ 2 ใบทดลองเช่นเดียวกับ
ข้อ 3 และข้อ 5 บันทึกผล

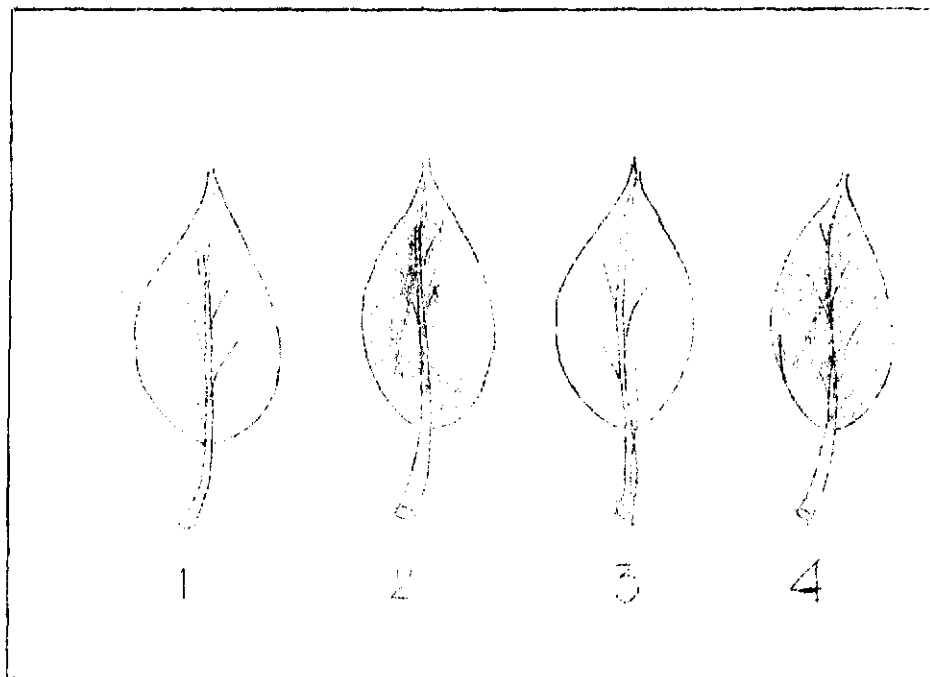


แผนภูมิที่ 2.1 ทด



บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไดโอซีน
1. ใบไม้ที่เก็บไว้ในตู้มีด	ไม่เปลี่ยนแปลง
2. ใบไม้ที่ถูกแสง	มีสีน้ำเงินเข้ม
3. ใบไม้ที่หุ้มด้วยกระดาษดำ	ไม่เปลี่ยนแปลง
4. น้ำแข็ง	มีสีน้ำเงินเข้ม



รูปภาพที่ 2.7 ผลการทดลอง



รูปภาพที่ 2.8 การปลูกผักในแปลงเกษตร

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน ๒๕

ความถี่ของพฤติกรรม	ประเภทของพฤติกรรม		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	ประเภท	ความถี่			
1. หวังให้อาหารแสดงให้เห็นถึงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยผู้ผลิตเป็นผู้ผลิตขั้นต้นเสมอ	ประเภท	ความถี่	เมื่อนักเรียนเรียนแบบเรียนแล้วจะมีความสามารถ	1. <u>ขั้นสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหา</u> 1.1 ให้นักเรียนดูสภาพที่แสดงถึงการกินอาหารของสัตว์ เช่น แมว สุนัข ไก่ วัว และคน แล้วถามว่ามีความหมายสัตว์ที่กล่าวถึงคือ แมว สุนัข ไก่ วัว และคน กินอะไรเป็นอาหาร	การสังเกต
2. การกินต่อกันเป็นทอดในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงานระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค	ประเภท	ความถี่	1. บอกเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคได้	— สัตว์ที่กินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร — ถ้าจะแบ่งสัตว์ต่าง ๆ ออกตามประเภทของอาหารที่กิน จะแบ่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง	
3. พืชมีพลังงานและสามารถถ่ายทอดพลังงานได้เฉพาะกับสัตว์	ประเภท	ความถี่	2. อธิบายผลของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของผู้ผลิตและผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหารได้	— ในการที่อาหารที่ถูกลูกสัตว์ต่างกินนั้นเป็นอาหารประเภทสัตว์ สัตว์ที่กินนั้นจะได้อาหารมาจากไหน	การจำแนกประเภท
4. อาหารทำให้สิ่งมีชีวิตมีพลังงาน	ประเภท	ความถี่	3. เขียนห่วงโซ่อาหารจากสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ได้	— ถ้าผู้ผลิตคือผู้สร้างและผู้บริโภคคือผู้กิน	
5. แสดงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต	ประเภท	ความถี่	4. อธิบายผลของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของผู้ผลิตและผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหารได้	— ในกรณีที่ผู้ผลิตและผู้บริโภคต่างกินกันเป็นทอด ๆ สัตว์ที่กินนั้นจะได้อาหารมาจากไหน	การสังเกต
6. แสดงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต	ประเภท	ความถี่	5. ยกตัวอย่างให้เห็นการไหลของพลังงานในห่วงโซ่อาหารได้	— ถ้าผู้ผลิตคือผู้สร้างและผู้บริโภคคือผู้กิน	
7. แสดงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต	ประเภท	ความถี่	6. สร้างสมมติฐานแสดง—	— การกินต่อกันเป็นทอด ๆ นั้นเราเรียก	การสังเกต
8. แสดงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต	ประเภท	ความถี่			

ภาพกิจกรรม	ประเภทของภาพ			จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	รวม					
	แบ่ง	ความ	ทาง			
	ประเภทเนื้อหา	ลักษณะ	ทัศน			
				ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานที่เกิดขึ้นในพืช	เราเรียกห่วงโซ่ ซึ่งมีคามเกี่ยวพันระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค เราควรเรียกว่าอะไร	การสื่อความหมาย
				7. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้	—การเขียนห่วงโซ่อาหารผู้ผลิตจะอยู่หน้าผู้บริโภคโดยเป็นสายลูกศรชี้ไปทางผู้บริโภค ถ้ากำหนดให้ ข้าว อาหารและพลังงานที่เกิดขึ้นเป็นผู้ออกและคน จะเขียนห่วงโซ่ใด	
				8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานที่เกิดขึ้นในพืชจากข้อมูลที่ได้ออกการทดลองได้	—จะสรุปความหมายของห่วงโซ่ผู้ผลิต ห่วงโซ่อาหาร และการถ่ายทอดพลังงานได้อย่างไร	
				9. อธิบายถึงแหล่งกำเนิดของพลังงานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกได้	1.2 ให้นักเรียนดูสภาพเกี่ยวกับ คน กำลังสังเคราะห์แสง สัตว์กำลังทำงาน เช่น ตัว คายกำลังโกน และโรคต่างๆ	การสังเกต
					—พลังงานของสัตว์และคนมาจากไหน	
					จากไหน	
					—จะสรุปการโตมาซึ่งพลังงานของคนและสัตว์ได้อย่างไร	
					1.3 ให้นักเรียนดูสภาพของต้นถั่ว	

ความถี่ความถี่	ประเภทของงานศึกษา			จุดประสงค์เชิงปฏิบัติการ	กิจกรรมการเรียนการสอน	ผู้ประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	เชิง	ความถี่	ทาง			
	ประเภทวิชา	วิชา	สาขา			
					คำถามดังต่อไปนี้ - การปลูกต้นไม้ใช้วิธีการใดบ้าง - ศึกษาระยะสมหรือไม่ว่าเพราะเหตุใด - ถ้าโลกเราขาดแสงอาทิตย์จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง	

แผนการสอนครั้งที่ 3

ความคิดรวบยอด

1. ห่วงโซ่อาหารแสดงให้เห็นถึงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีพืชเป็นผู้ผลิตขั้นต้นเสมอ
2. การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงาน
3. พืชมีพลังงานและสามารถใช้พลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์
4. อาหารทำให้สิ่งมีชีวิตมีพลังงาน
5. แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. บอกเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นผู้บริโภคและผู้ผลิตได้
 2. จำแนกประเภทของสัตว์ออกตามชนิดของอาหารที่สัตว์กินได้
 3. เขียนห่วงโซ่อาหารจากสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ได้
 4. สรุปความหมายของห่วงโซ่อาหารได้
 5. อธิบายผลการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารได้
 6. ยกตัวอย่างการไหลพลังงานของพืชและสัตว์ได้
 7. ตั้งสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานของพืชได้
 8. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
 9. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานในสิ่งมีชีวิตจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 10. อธิบายถึงแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลองใช้รูปภาพและแผนภูมิ
2. กลุ่มควบคุมใช้อุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

สังเกตจากการร่วมอภิปรายภายในกลุ่มและในชั้นเรียน และการตอบคำถามหลังการเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กิจกรรมการเรียนรู้

1. สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับการกินอาหารของสัตว์ แล้วตั้งคำถามดังต่อไปนี้

รูปภาพ	คำถาม
3.1 แมวกินอาหาร	1. อาหารที่แมวกินเป็นอาหารที่เป็นพืชหรือเป็นสัตว์
3.2 ไก่กินอาหาร	2. อาหารที่ไก่กินเป็นอาหารที่เป็นพืชหรือเป็นสัตว์
3.3 วัวกินหญ้า	3. อาหารที่วัวกินเป็นอาหารที่เป็นพืชหรือสัตว์
3.4 คนกินอาหาร	4. อาหารที่คนกินเป็นอาหารที่เป็นพืชหรือสัตว์

- ถ้าจะแบ่งสัตว์ตามประเภทของอาหารที่กินจะแบ่งได้กี่ประเภทอะไรบ้าง
- ถ้าอาหารที่ถูกสัตว์กินนั้นเป็นอาหารประเภทสัตว์ สัตว์ที่ถูกกินเป็นอาหารนั้นได้อาหาร

มาจากไหน

1.2 ให้นักเรียนดูแผนภูมิห่วงโซ่อาหารที่แสดงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค แล้วตั้งคำถามดังนี้ (แผนภูมิที่ 3.1)

- ถ้าสิ่งที่สามารถสร้างอาหารได้เองเป็นผู้ผลิต และผู้ที่สร้างอาหารเองไม่ได้เป็นผู้บริโภค ดังนั้นสิ่งมีชีวิตประเภทใดเป็นผู้ผลิตและสิ่งมีชีวิตประเภทใดเป็นผู้บริโภค

--ถ้าเราเรียกสิ่งที่เกี่ยวข้องกันต่อเนื่องกันว่าห่วงโซ่ ดังนั้นการเกี่ยวพันต่อเนื่องกันระหว่างผู้ผลิตอาหารและผู้บริโภคอาหาร ควรจะเรียกว่าอะไร

- ในการเขียนห่วงโซ่อาหาร ผู้ผลิตจะอยู่ทางด้านซ้ายมือผู้บริโภคเสมอ โดยมีหัวลูกศรชี้ไปทางผู้บริโภค ดังนั้นถ้ากำหนด ไก่ ข้าวเปลือก และคน ควรจะเขียนห่วงโซ่อาหารได้อย่างไร

- จะสรุปความหมายของ ห่วงโซ่อาหาร ผู้ผลิตและผู้บริโภค ได้อย่างไร

1.3 ให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับนกกำลังเข็นรถกิน ควายกำลังไถนาอยู่ในท้องนา ตั้งคำถามว่า พลังงานของคนและสัตว์ได้มาจากไหนและโดยทางใด (รูปภาพ 3.5 และ 3.6)

-จะสรุปที่มาของพลังงานในคนและสัตว์ได้อย่างไร

1.4 ให้นักเรียนดูภาพต้นข้าวที่ปลูกในกระป๋องนม แล้วอภิปรายเกี่ยวกับการส่งถ่ายพลังงานของพืชและสัตว์ แล้วใช้คำถามดังต่อไปนี้ (รูปภาพที่ 3.7)

-สัตว์มีพลังงานเพราะได้กินอาหารที่เป็นทั้งสัตว์และพืช ในเรื่องพลังงานกับพืชนักเรียนมีความสงสัยในเรื่องใดบ้าง

-สิ่งที่สงสัยนั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

-จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาข้างต้นอย่างไร

-จากสมมติฐานข้างต้น จะออกแบบการทดลองอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์ได้ในรูปภาพที่ 3.8

-ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นตอนปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา (แผนภูมิที่ 3.2 และรูปภาพที่ 3.9)

2.1 ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลซึ่งเป็นรูปภาพและแผนภูมิ (รูปภาพเป็นรูปกล่องพลาสติกขนาดใหญ่ 2 ใบ ปูด้วยกระดาษวาร์มทั้ง 2 ใบ แล้วเติมน้ำให้ท่วมเพียงใบเดียว ใส่เมล็ดถั่วเขียวที่แช่ค้างคืนไว้ 1 ถัง บนกระดาษวาร์มใบละ 70 เมล็ดแล้วเอาด้วยกระดาษวางบนเมล็ดถั่วเขียวทั้ง

2 กล่อง ทำเครื่องหมายระดับน้ำที่กล่องใบนอก สังเกตดูระดับความสูงของถั่วกระดาษเป็นเวลา 4 วัน บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง แผนภูมิเป็นผลของการบันทึกข้อมูลความสูงของถั่วกระดาษ)

2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

-ตำแหน่งของถั่วกระดาษที่วางบนเมล็ดถั่วเขียวในกล่องพลาสติกทั้ง 2 ใบ มีความสูงแตกต่างกันอย่างไร

-สิ่งใดทำให้ถั่วกระดาษในกล่องพลาสติกทั้ง 2 ใบมีความสูงกวาระดับเดิมแตกต่างกัน

-สิ่งที่ทำให้พืชมีพลังงานคืออะไร

3. สรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลการแก้ปัญหา ใช้คำถามดังนี้

-ผลที่สรุปได้สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าไม่สอดคล้องต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนจึงจะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ ใช้คำคมดังนี้

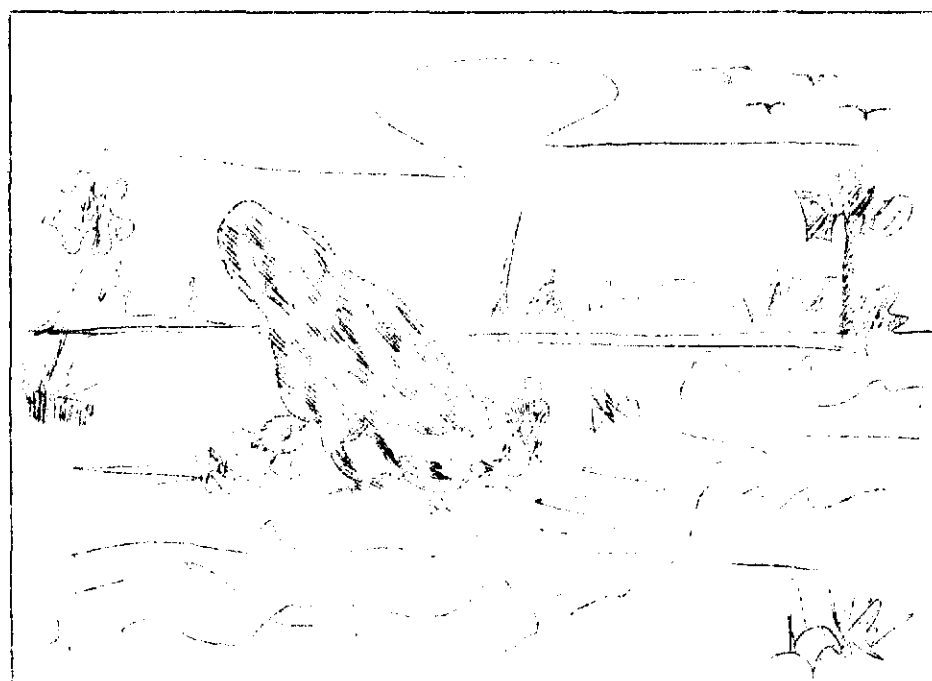
-การปลูกต้นไม้ไว้รออาคารที่เป็นตึกเฉพาะสภหรือไม่ เพราะเหตุใด (รูปภาพที่ 3.10)

-นำโลกขาดแสงอาทิตย์ จะเกิดอะไรขึ้นกับคนและสัตว์

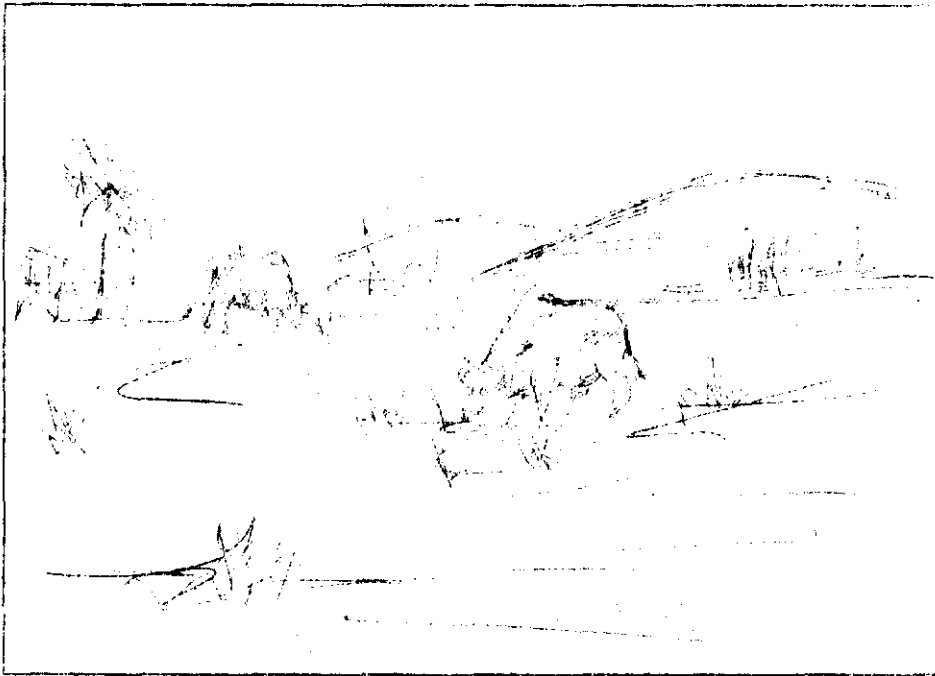
สื่อการเรียนรู้การสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 3 กลุ่มทดลอง



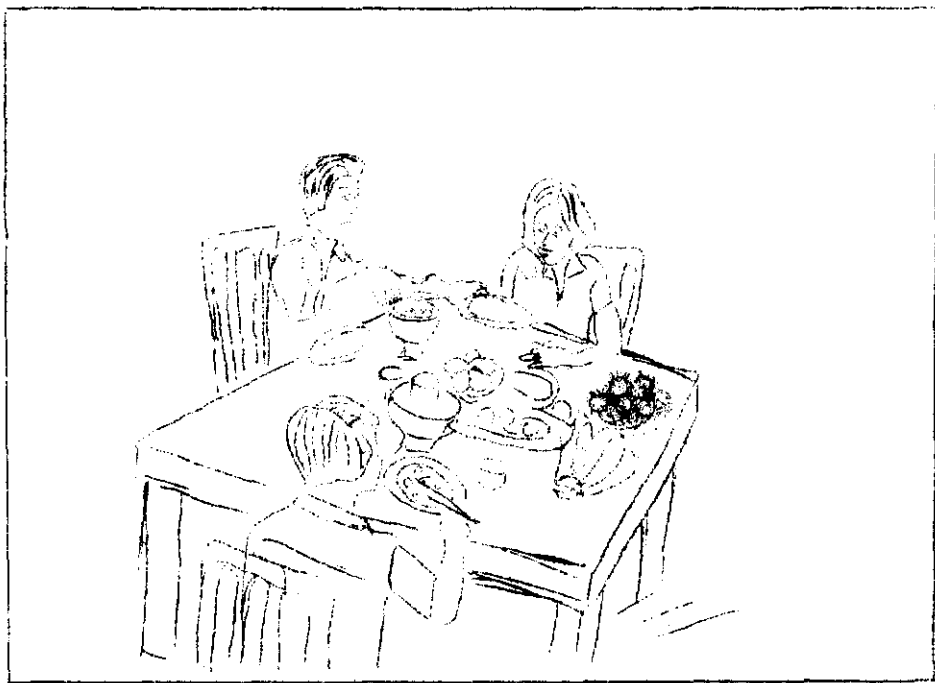
รูปภาพที่ 3.1 แมวกินอาหาร



รูปภาพที่ 3.2 ไก่กินอาหาร



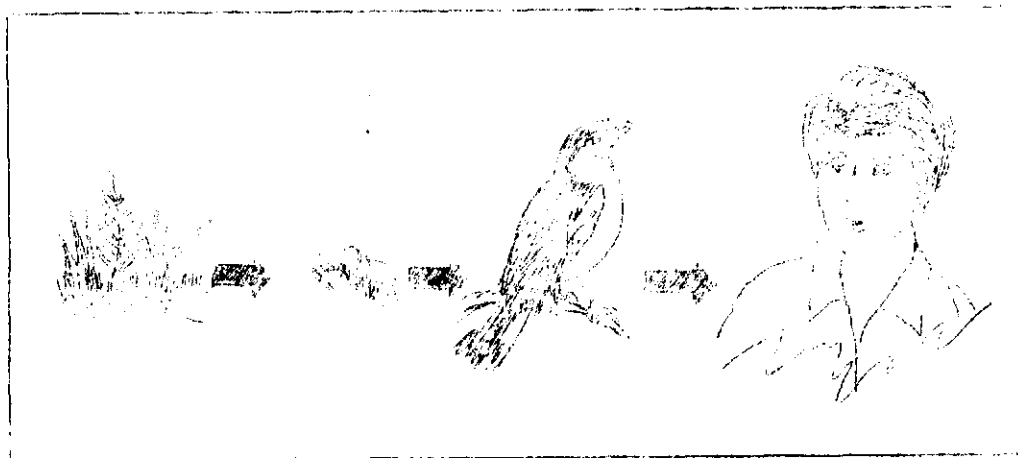
รูปภาพที่ 3.3 วัวกินหญ้า



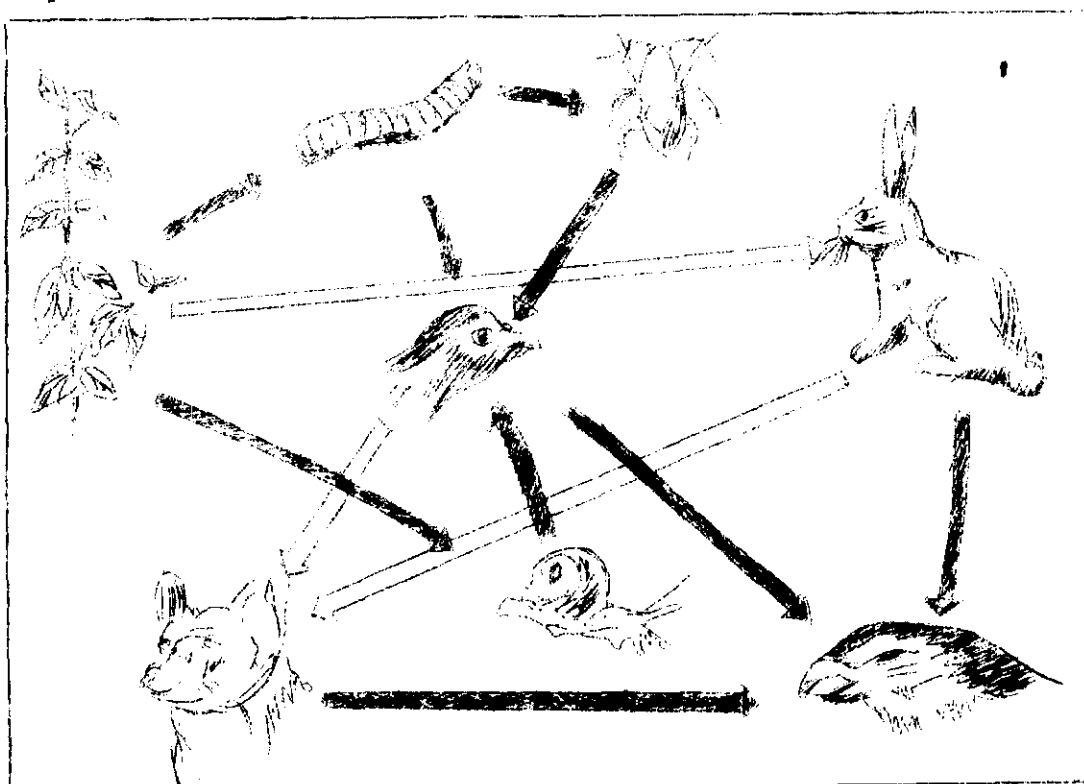
รูปภาพที่ 3.4 คนกินอาหาร

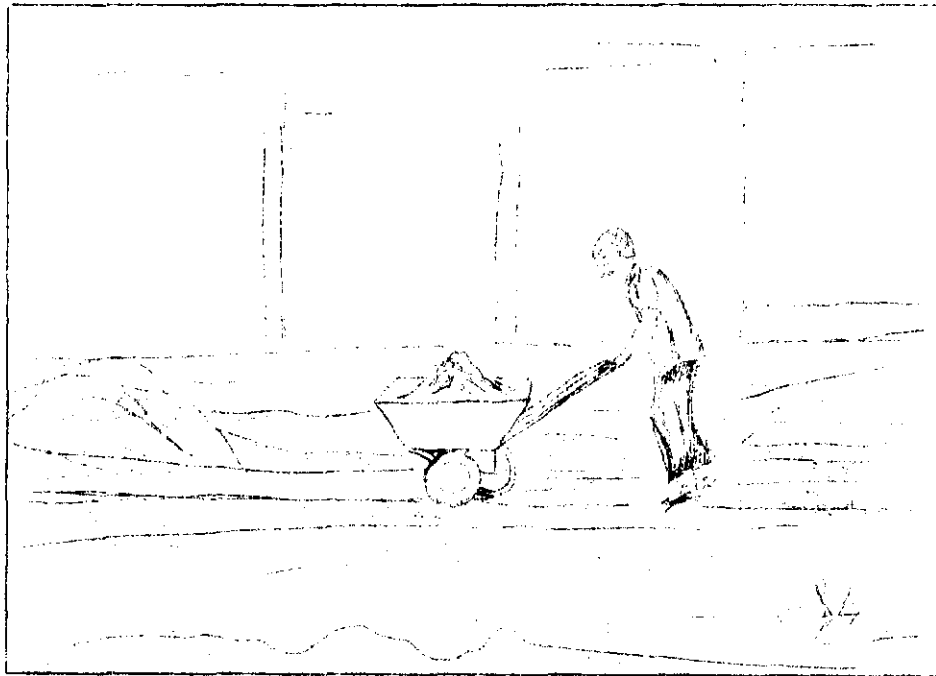
แผนภูมิที่ 3.1

แผนภูมิที่ 3.1.1 แสดงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิต

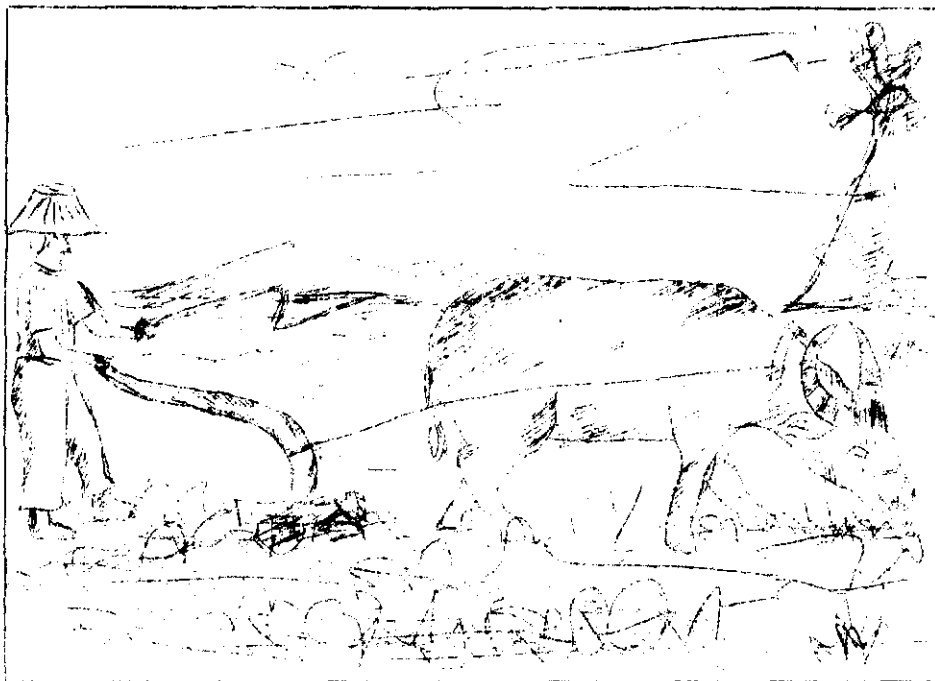


แผนภูมิที่ 3.1.2 แสดงห่วงโซ่อาหาร

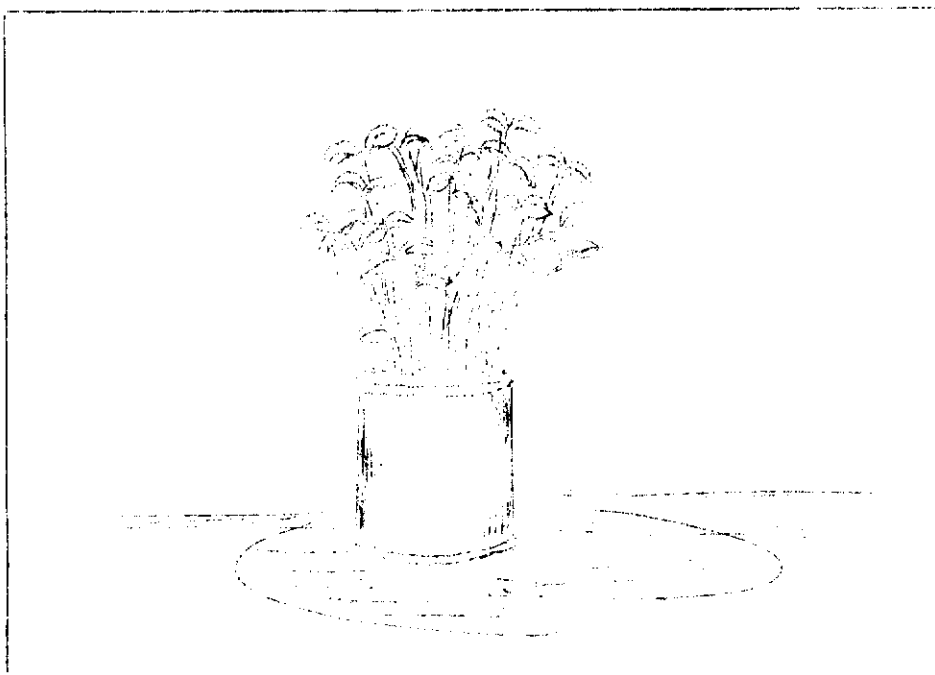




รูปภาพที่ 3.5 คนกำลังเข็นรถดิน



รูปภาพที่ 3.6 ควายกำลังไถนา



รูปภาพที่ 3.7 ทนถั่ว



รูปภาพที่ 3.8 อุปกรณ์การทดลอง

แผนภูมิที่ 3.2

การทดลองเรื่อง พืชมีพลังงานหรือไม่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาพลังงานในพืชและการใช้พลังงานของพืช

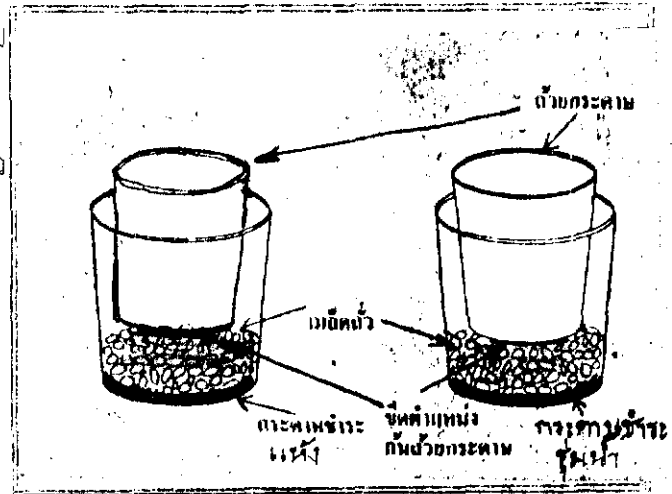
สารเคมีและอุปกรณ์ เมล็ดถั่วเขียว 140 เมล็ด กระดาษชำระ ด้วยกระดาษ ด้วยพลาสติก
ดินสอ เข็ม เข็ม

วิธีทำ 1) ปูกระดาษชำระลงในถาดด้วยพลาสติก แล้วเติมน้ำให้ชุ่ม

2) วางเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำมาแล้ว

1 คืน บนกระดาษในถาดพลาสติก

3) วางถ้วยกระดาษซ้อนลงในถาดพลาสติก โอบถ้วยกระดาษด้วยดินสอแล้ว
คำอธิบายของภาพแบ่งกันถ้วยกระดาษบน
ถ้วยพลาสติก

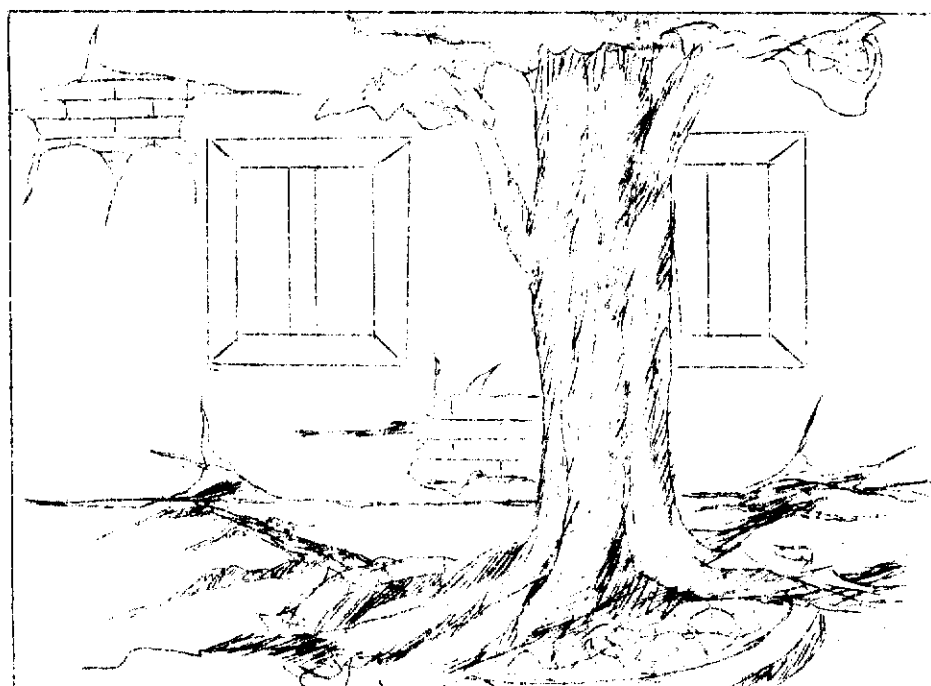


4) ตั้งกระดาษแห้งบนถ้วยกระดาษทุกวัน เป็นเวลา 4 วัน คอยเติมน้ำให้กระดาษใน
ถ้วยพลาสติกในหนึ่งชั่วโมงอยู่เสมอ วัดส่วนสูงกันถ้วยกระดาษที่เปลี่ยนแปลง บันทึกผล
บันทึกผลการทดลอง

วันที่	ถ้วยพลาสติกที่เติมน้ำทุกวัน ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ถ้วยพลาสติกที่ไม่เติมน้ำ ส่วนสูง (เซนติเมตร)
1	0.5	-
2	1.5	0.5
3	3.0	0.9
4	6.0	1.2



รูปภาพที่ 3.9 ผลการทดลอง



รูปภาพที่ 3.10 ต้นไม้ใหญ่ที่ปลูกใกล้บ้านที่เป็นตึก

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน ครั้งที่ 4

ความถนัด	ประเภทของงาน		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	ทักษะกระบวนการทางวิชาการ
	แบบ	รวม			
1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ	1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ	1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ	1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ	1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ	1. สิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต 2. อาหารที่รับประทาน 3. การดูแลสุขภาพ 4. การรับประทานอาหาร 5. การดูแลสุขภาพ 6. การดูแลสุขภาพ 7. การดูแลสุขภาพ 8. การดูแลสุขภาพ 9. การดูแลสุขภาพ 10. การดูแลสุขภาพ

การพิจารณาขอ	ประเภทของความผิด		จุดประสงค์เรื่องเหตุการณ์	กิจกรรมการเรียนการสอน	ทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ
	เบี่ยงเบน	ทางตรง			
การพิจารณาขอ	เบี่ยงเบน	ทางตรง	จุดประสงค์เรื่องเหตุการณ์	กิจกรรมการเรียนการสอน	ทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ
การพิจารณาขอ	เบี่ยงเบน	ทางตรง	จุดประสงค์เรื่องเหตุการณ์	กิจกรรมการเรียนการสอน	ทักษะกระบวนการทางวิชาชีพ

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบ่งตามประเภทสัมพันธ์	รวมออกตามทางทฤษฎี			
				เป็นสาเหตุ → จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหา ข้างต้นได้อย่างไร → จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานต่างกันอย่างไร → ผลที่คาดว่าจะได้รับการทดลองจะเป็นอย่างไร 2. <u>สัมปัติการเพื่อแก้ปัญหา</u> 2.1 ให้นักเรียนสังเกตและถามจากข้อมูลเพื่อเข้าไปสู่สมมติฐาน 2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล ตอนที่ 1 การทดสอบว่ากรรมใดออกไขความว่าเป็นต่อการสังเคราะห์แสง ใช้คำถามดังนี้ → ในถุงพลาสติกทั้ง 2 ใบมีสิ่งใดที่แตกต่างกัน และมีผลต่อการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนที่มีใช้อย่างไรบ้าง	การลงความคิดเห็น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล	ประเภทของการเก็บข้อมูล	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเก็บข้อมูล	ลักษณะวิธีการทางวิทยาศาสตร์
	แบบสอบถาม		ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องใดให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา — ในสิ่งที่นักเรียนสงสัยขึ้นคิดว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุ — นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาทางตอนอย่างไร — จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานตรงคนอย่างไร — ผลที่คาดว่าจะได้รับการทดลองจะเป็นอย่างไร ตอนที่ 2 ให้ให้นักเรียนดูสภาพชีวิตในต่างประเทศ แล้วให้คำถ้อยแถลงต่อไปนี้ — เกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืชกับพืชในต่างประเทศ มักมีความสงสัยในเรื่องใดบ้าง ให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา — สิ่งที่น่าสงสัยนั้น คิดว่าสิ่งใด	การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง

[illegible]

ความพึงพอใจ	ประเภทของความบกพร่อง		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบบ	ความบกพร่อง			
ความพึงพอใจ	แบบ	ความบกพร่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
				3.1 สืบค้นข้อมูลการแก้ปัญหาใช้คำถามดังนี้ — จากผลการทดลองที่สรุปได้ถามข้อ 2.3 สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ถ้าสอดคล้องก็สรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่สอดคล้องก็ต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนสรุปเป็นความรู้ใหม่ 3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ — ถ้าพบสิ่งแปลกประหลาดจะได้ทดลองอะไรก็จะทำให้เกิดผลคือสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างไบบาง — จากท้าวสันบนใบพืชต่าง 2 ตามแนวทางแคด 3 ตัวนี้ จึงนำมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ไมโครสโคป นักเรียนศึกษาเป็นเพราะเหตุใด	การแยกแยะ

แผนการสอน ครั้งที่ 4

ความรู้ความเข้าใจ

1. สิ่งที่มีความจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชคือ คาร์บอนไดออกไซด์และการรับอนโคออกไซด์
2. อาหารที่พืชสังเคราะห์ขึ้นได้นั้น ขึ้นอยู่กับคาร์บอนไดออกไซด์ และคลอโรฟิลล์
3. การสังเคราะห์แสงหมายถึง การที่พืชสร้างอาหารจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยพลังงานแสงและคลอโรฟิลล์เป็นตัวช่วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. ระบุชนิดของพืชที่สามารถสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงได้
 2. จำแนกประเภทพืชออกตามลักษณะของการสร้างอาหารได้
 3. ระบุสิ่งที่จำเป็นทั้ง 3 อย่างในการสร้างอาหารของพืชได้
 4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จำเป็นในการสร้างอาหารของพืชกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นได้
 5. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
 6. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จำเป็นในการสร้างอาหารของพืช กับอาหารที่พืชสร้างขึ้น จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 7. บอกชนิดของอาหารที่พืชสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้รูปภาพและแผนภูมิ
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการรวมอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน
2. การตอบคำถามภายหลังจากกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการสอนบททดลอง ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (รูปภาพที่ 4.1 และ 4.2)

1.1 ให้นักเรียนดูภาพพืชใบเขียวที่ปลูกกลางแจ้งกับพืชจำพวกเห็ด แล้วให้คำถาม

-พืชที่นักเรียนพบในภาพทั้งสองนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องใดบ้าง

-จากการศึกษาที่ผ่านมาพืชที่สามารถสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงจะมีลักษณะอย่างไร

-สิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของพืชมีอะไรบ้าง

-จะสรุปนิยามหรือประเภทของพืชที่สามารถสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงได้อย่างไร

1.2 ให้นักเรียนดูภาพการปลูกพืชซึ่งมีหลอดแก้วครอบกับไม่มีหลอดแก้วครอบ และภาพพืชที่มีใบค้ำกับพืชที่มีใบเขียวล้วน ๆ แล้วให้คำถามดังนี้

-จากการศึกษาเรื่องพืชที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่า น้ำและแสงมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของพืช จากภาพที่นักเรียนดูข้างต้นนักเรียนมีความสงสัยเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืชอย่างไรบ้าง

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาภาพต้นถั่วในหลอดแก้วครอบกับนอกหลอดแก้ว ซึ่งได้รับแสงและน้ำเท่า ๆ กัน แล้วให้คำถามดังนี้ (รูปภาพที่ 4.3)

-จากภาพข้างต้นนักเรียนมีความสงสัยเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืชอย่างไรบ้างให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา

-ในสิ่งที่นักเรียนสงสัยนั้นคิดว่ามีสิ่งใดเป็นสาเหตุ

-จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาลักษณะอย่างไร

-จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานข้างต้นอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์ดังในรูปภาพ 4.5

(สารละลายโบโรเนียมไฮดรอกไซด์ อัดกลอสซอล น้ำ ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ ดึงพลาสติก 2 ใบ ตะเกียงอัลกอฮอล์หลอดหยด เขียง กระป๋องนม)

-ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนดูภาพใบชาค้ำ นักเรียนมีความสงสัยในเรื่องใดบ้างให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา (รูปภาพที่ 4.4)

-สิ่งที่นักเรียนสงสัยนั้นคิดว่ามีสาเหตุมาจากสิ่งใด

-จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาข้างต้นอย่างไร

-จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานข้างต้นอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์ให้ดังในภาพ 4.6 (ใบเตยค่าง น้ำ อีกลอดดัด สารละลายไอโอดีน หลอดทดลองขนาดใหญ่ กระป๋องนม และเทียนอีกลอดดัด)

-ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นตอนปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ (แผนภูมิจะแสดงการทดลองในเรื่องสิ่งที่มีความจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชทั้ง 2 ตอน รวมทั้งการวางข้อมูลที่เป็นผลจากการทดลองมาแล้ว) (แผนภูมิที่ 4.1 และ 4.2)

2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

ตอนที่ 1 ในการทดสอบว่าการบ่มใบออกไซด์มีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ใช้คำถามดังต่อไปนี้

-ในถุงพลาสติกทั้งสองใบมีสิ่งใดที่แตกต่างกันและมีผลต่อการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนต่อบีบอย่างไร

-ในถุงพลาสติกใบใดที่พบว่าใบบีบตัวมีอาหารอยู่มาก

-ในถุงพลาสติกใบใดที่พบว่าใบบีบตัวไม่มีแป้ง และคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

-ผลการทดลองครั้งนี้จะสรุปได้อย่างไร

ตอนที่ 2 ในการทดสอบว่าคลอโรฟิลล์มีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง ใช้คำถามดังต่อไปนี้

-ลักษณะของใบไม้ส่วนใดที่พบว่าไม่มีแป้ง

-ความแตกต่างภายในใบเตยค่างหลังจากทดสอบด้วยไอโอดีนแสดงให้เห็นว่า ส่วนใด

สามารถสร้างอาหาร ได้ด้วยการสังเคราะห์แสง

-ผลการทดลองตอนที่ 2 นี้จะสรุปได้อย่างไร

2.3 จะสรุปผลการทดลองทั้งสองตอนซึ่งได้จากการศึกษาจากรูปภาพและแผนภูมิได้อย่างไร

3. ขั้นตอนผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลการแก้ปัญหา ใช้คำถามดังนี้

-จากผลการทดลองที่สรุปได้ตามข้อ 2.3 สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สรุป

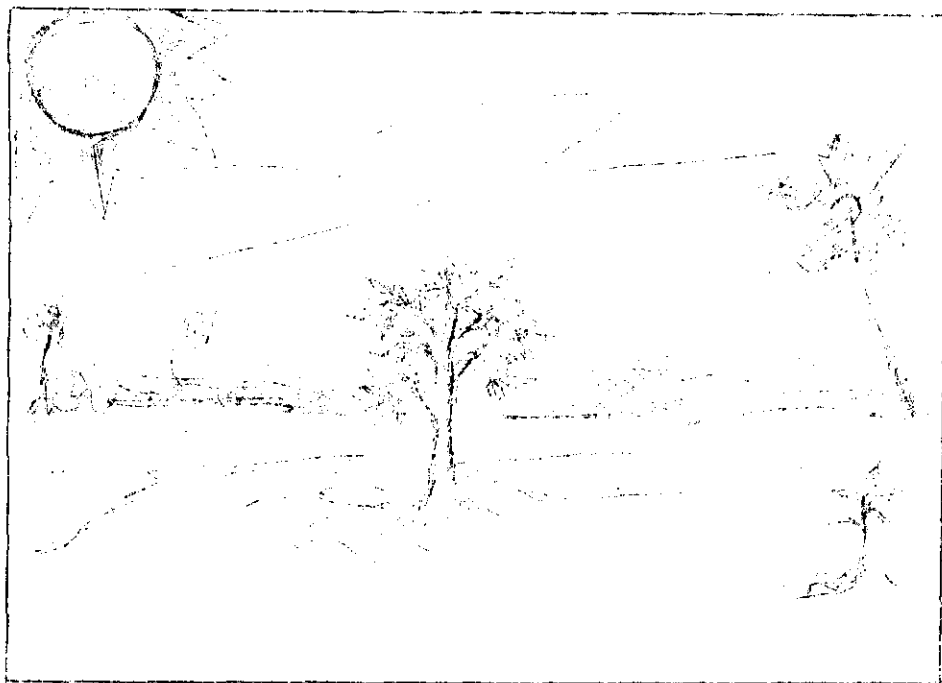
เป็นความรู้ใหม่ ถ้าไม่สอดคล้องก็ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงสมมติฐานก่อนที่จะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ ใช้คำถามดังต่อไปนี้ (รูปภาพที่ 4.7 ในคำถามแรก)

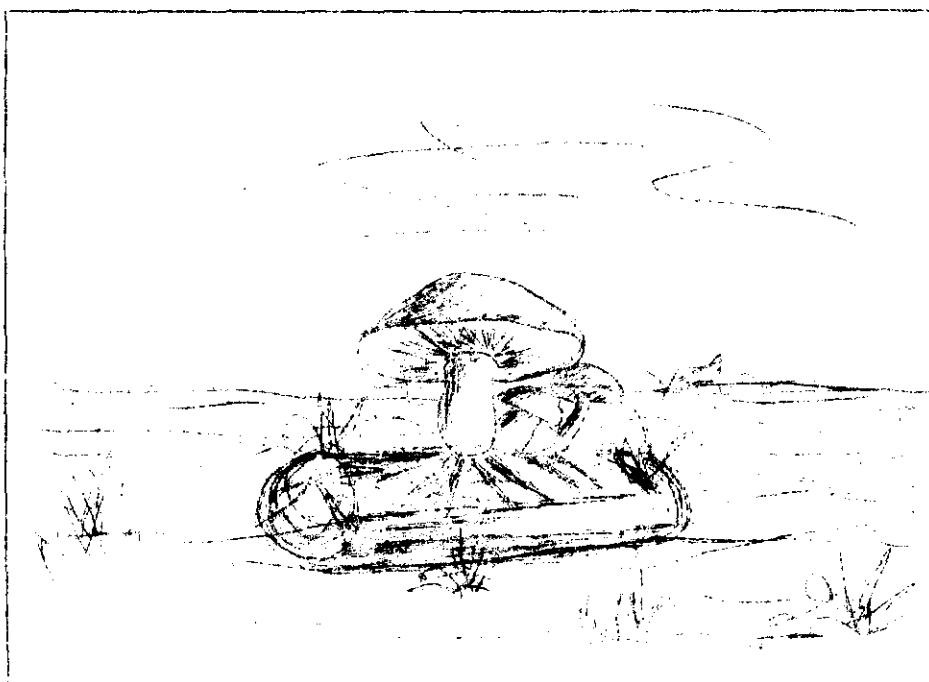
- ถ้าพืชที่เคยสังเคราะห์แสงได้จากท่อโรติจะทำให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างไร
- ถ้าหากำมันวาสลินบนใบไม้ทั้งสองด้าน แล้วนำต้นไม้ไปวางกลางแจ้ง 5 ชั่วโมง

นำมาสกัดด้วยอัลกอฮอล์ แล้วทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนปรากฏว่าไม่พบแป้งในใบพืชที่ทาวาสลินเลย นักเรียนจึงว่าเป็นเพราะสาเหตุใด (รูปภาพที่ 4.8)

สื่อการเรียนรู้การสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 4 กลุ่มทดลอง



รูปภาพที่ 4.1 พืชใบสีเขียว



รูปภาพที่ 4.2 พืชจำพวกเห็ด



รูปภาพที่ 4.3 พืชที่อยู่ในกรอบโหลแก้วและนอกโหลแก้ว



รูปภาพที่ 4.4 พืชใบเขียวและพืชใบกว้าง



รูปภาพที่ 4.5 อุปกรณ์การทดลองตอนที่ 1



รูปภาพที่ 4.6 อุปกรณ์การทดลองตอนที่ 2

แผนภูมิที่ 4.1

การทดลองเรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาว่าคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชหรือไม่

สารเคมีและอุปกรณ์ คันถั่ว สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เอลิธัลลิกซรอล น้ำ สารละลายไอโอดีน ดุงพลาสติก 2 ใบ ตะเกียงอัลกอฮอล์ หลอดทดลองขนาดใหญ่ หลอดหยด คุกกี้ เชือก กระป๋อง

วิธีทำ 1) นำคันถั่วเก็บไว้ในคุกกี้ 1 คัน

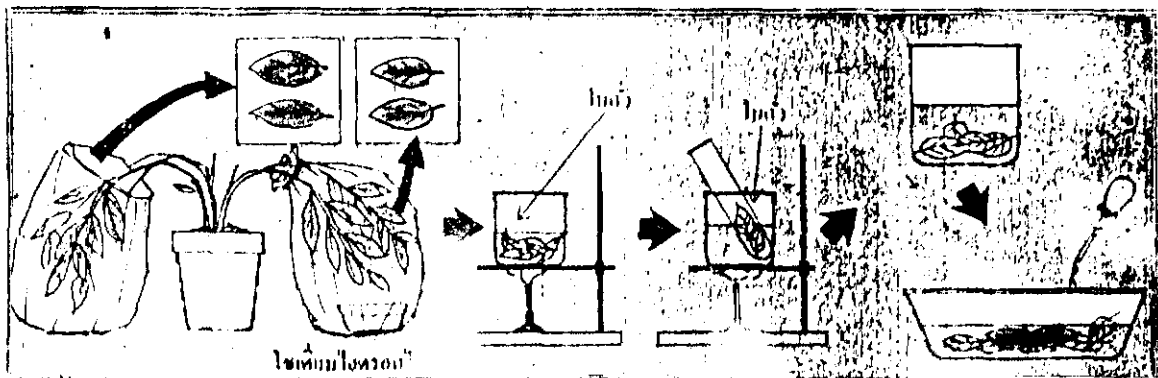
2) ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกระป๋องแล้ววางไว้ในดุงพลาสติก ไม่พ่นตัวครึ่งหนึ่งเข้าไปในดุงโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วปิดปากดุง

3) นำคันถั่วที่แช่ลงในดุงพลาสติกอีกใบหนึ่งแต่ไม่ตอมปากดุง

4) วางคันถั่วในที่ถูกแสง 3 ชั่วโมง

5) เปิดปากดุง เคี้ยวใบมาดุงละ 2 ใบ ทำเครื่องหมายว่าเคี้ยวมาจากดุงใด

6) นำไปทดสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีน หลังจากสกัดสีแล้ว



บันทึกผลการทดลอง

ใบถั่วที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
1. ใบถั่วจากดุงที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. ใบถั่วจากดุงที่ไม่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม

แผนภูมิที่ 4.2

การทดลองเรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาวาคลอโรฟิลล์เป็นสิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชหรือไม่

สารเคมีและอุปกรณ์ ใบมะเขือเทศ น้ำ อีล็กตรอล สลัดละลายไอโอดีน หลอดทดลองขนาดใหญ่

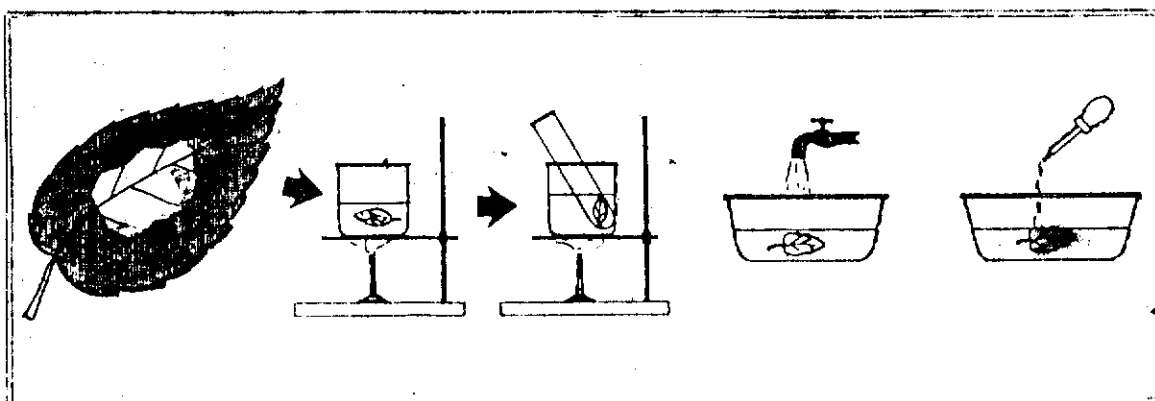
ตะเกียงอีล็กตรอล หลอดหยด

วิธีทำ 1) เก็บใบมะเขือเทศที่ถูแสงมาแล้ว 3 ชั่วโมง 2 ใบ

2) ฉาบรูปใบไม้แสงส่วนที่ค้างเก็บไว้เปรียบเทียบกับ

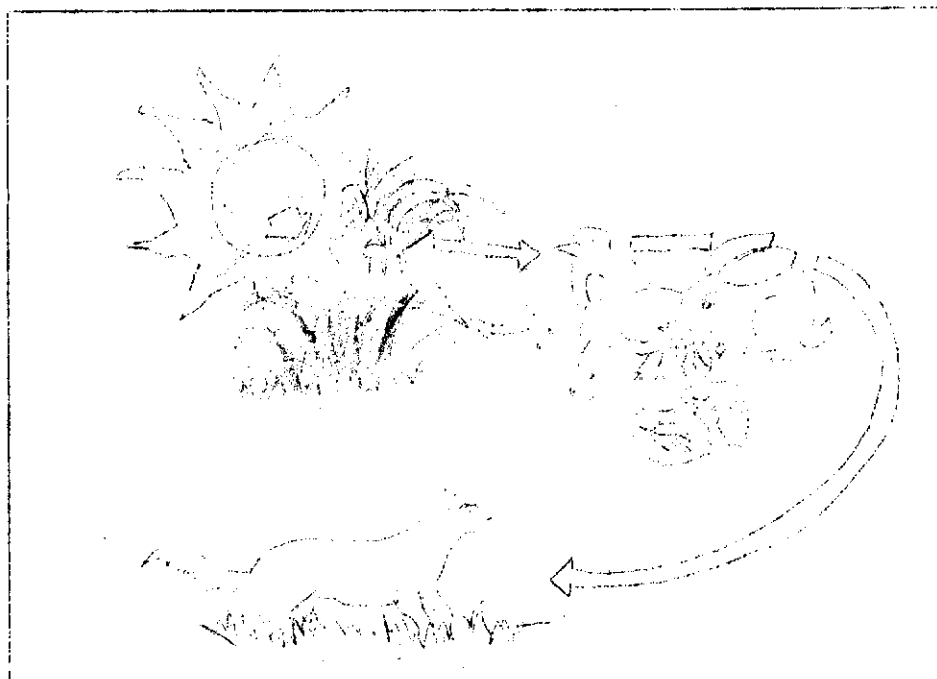
3) นำใบมะเขือเทศไปต้ม แล้วใช้อีล็กตรอลสกัดสีเขียว แล้วทดสอบด้วยสลัดละลาย

ไอโอดีน แล้วบันทึกผลการทดลอง

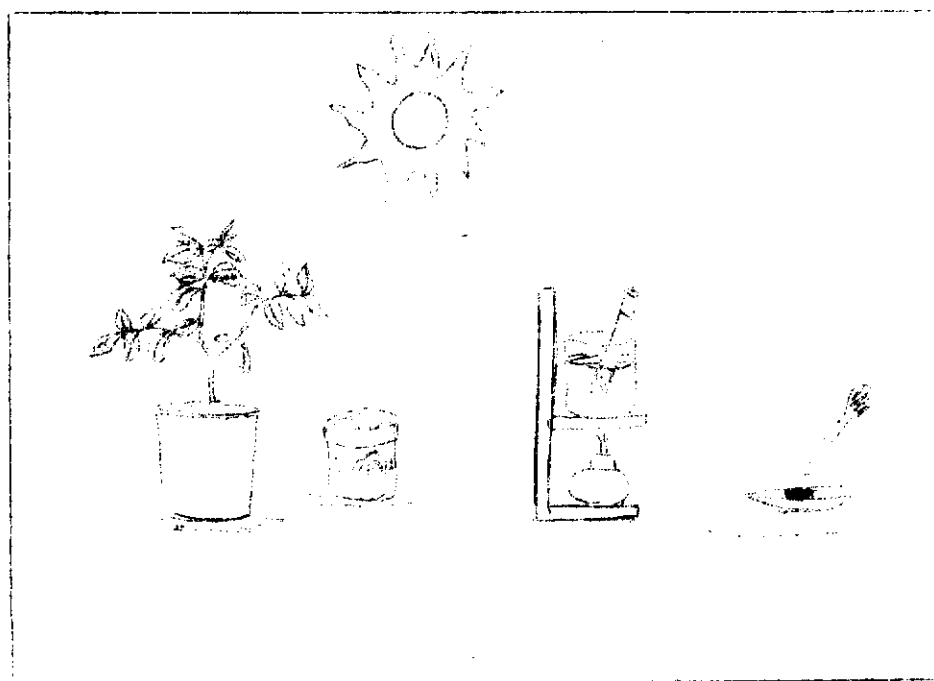


บันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของใบมะเขือเทศ	ผลการทดสอบด้วยสลัดละลายไอโอดีน
ส่วนที่มีสีเขียว	เปลี่ยนเป็นสีม่วงหรือสีน้ำเงินเข้มเกือบดำ
ส่วนที่มีสีขาว	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปภาพที่ 4.7 ความสำคัญของคลอโรฟิลล์



รูปภาพที่ 4.8 การทาวาสตินบนใบพืชสีเขียวแล้วนำไปไว้กลางแดด

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน ๕
 ๕

การวิเคราะห์	ประเภทของหน่วย		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	กิจกรรมและการ ทางวิทยาศาสตร์
	เชิง ประเภทย่อย	เชิง ประเภทหลัก			
การวิเคราะห์	1. สารคดีเกี่ยวกับพืช ประกอบด้วยคำอธิบาย และสารอื่น ๆ ซึ่งสา- มารถแยกออกมาได้โดย วิธีโครมาโตกราฟี	/	เมื่อนักเรียนเรียนบท เรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ 1. ระบุข้อสรุปประกอบ เป็นสารคดีเกี่ยวกับพืชได้ 2. บอกถึงของสารคดีเป็นผล โรฟิลในพืชได้ 3. บอกชนิดของพืชที่มีโคร- โมโซม 4. ระบุหน้าที่ของสารคดี การทฤษฎีโครมาโตกราฟีได้ 5. ระบุสารเคมีที่ได้จากการแยกสารโครมาโตกราฟี และ ตั้งเกาะผลของพืชโดยได้คำกล่าวถึงไป อาศัยแสงได้ 6. ตั้งสมมติฐานแสดงความ สัมพันธ์ระหว่างสารสร้าง แสงของพืชกับแสงได้	1. ผู้สร้างสารคดีเกี่ยวกับพืช 1.1 ให้นักเรียนได้สำรวจสภาพของ พืชหลาย ๆ ชนิดและโครมาโตกราฟี - ใบไม้ต่างของสารคดีสามารถ สังเคราะห์แสงได้ทุกชนิดหรือไม่ - สารสีเขียวในใบไม้มีโครมาโตกราฟี อย่างไร 1.2 ให้นักเรียนดูแถบสีโครมาโตกราฟี และ ตั้งเกาะผลของพืชโดยได้คำกล่าวถึงไป อาศัยแสงได้ 2. ตั้งสมมติฐานแสดงความ สัมพันธ์ระหว่างสารสร้าง แสงของพืชกับแสงได้	การสังเกต

ความคิรวบยอด	ประเภทของความคิ		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบ่ง	รวมยอด			
	ประเภทสัมพัทธ์	ทาง ทฤษฎี			
			7. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่คิดไว้ได้ 8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพืชสร้างขึ้นกับแสงสว่างได้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน นักเรียนจะทราบว่าการทดลองแต่ละครั้งแสดงที่แตกต่างกัน และข้อสังเกตต่างกับความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการของการแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟี 1.3 ให้นักเรียนทดสอบพืชของใบพืชที่สกัดคลอโรฟิลล์และทดสอบด้วยไอโอดีนแล้วพบแสง ในการทดสอบพืชสร้างอาหารนั้น เราทดสอบพืชใบพืช เพราะเมื่อพืชเมื่อสร้างอาหารแล้วจะเปลี่ยนเป็นแป้งไปเป็นพืชที่ใส่ในโรงที่เกี่ยวกับอาหารชนิดแรกพืชสร้างขึ้นกับแสงสว่างหรือไม่ นักเรียนมีความสงสัยในเรื่องใดบ้างจะออกมาเป็นปัญหา จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาดังกล่าวอย่างไร ในการทดสอบสมมติฐานของตนเองจะออกแบบการทดลองอย่างไร ผลที่ได้จากความรู้ที่ได้รับจากการทดลองจะเป็นอย่างไร	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบบ	ความหมายทางประเภทสัมพันธ์			
ความคิดรวบยอด				2. <u>ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา</u> 2.1 ให้นักเรียนศึกษาความจากขอ มูลเพื่อนำไปพิสูจน์สมมติฐาน 2.2 ไรคำถามเพื่อการอภิปรายและ ตีความหมายขอบ — ผลการทดสอบใบพืชที่ใส่ในสาร ละลายน้ำตาล หรือในน้ำที่มีการเปลี่ยน แปลงเมื่อนำไปพัฒนาทดสอบด้วยสาร ละลายไอโอดีน — ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แสดงให้เราทราบอะไรบ้าง — การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในผล การทดลองแสดงให้เห็นว่า แป้งเปลี่ยน เป็นสารสีใด จะคงอาศัยสิ่งใดบ้าง 2.3 จะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไรในการลงสรุปข้อมูล 3. <u>ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา และนำ ความรู้ใหม่ไปใช้</u> 3.1 <u>ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา ไรค่า- ถามดังต่อไปนี้</u>	การตีความหมาย จากขอบ

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิดรวบยอด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบ่ง	ความหมาย			
	ประเภทสัมพันธ์	ทางปฏิบัติ			
				ผลที่สรุปได้จากข้อมูลสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สรุปเป็นความรู้ใหม่ ถ้าไม่สอดคล้องของมีการปรับปรุงสมมติฐาน) 3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ อภิปรายดังต่อไปนี้ - จากเรื่องการสังเคราะห์แสงที่นำมาจะนำมาใช้อธิบายเรื่องการเลี้ยงปลาทางนกกยรวมกับพัฒนาชีวิตอยู่ใต้น้ำและการเลี้ยงปลาในนกกย โดยลำพังได้อย่างไรบ้าง - จากการทดลองที่เอาใบไม้แช่ไว้ในสารละลายน้ำตาลและน้ำ แลวนำไปไว้ในตู้มืดกระยะหนึ่ง เมื่อทดสอบแล้วจะพบแบคทีเรียที่ขึ้นในสารละลายน้ำตาล ถ้าหากนำไปแช่ในสารต่างตามถัง 2 ชนิดแต่ให้ถูกแสง ผลการทดสอบแบคทีเรียจะเป็นอย่างไร	การพิจารณา

แผนการสอน ครั้งที่ 5

ความถี่รวมบอก

1. สารสีเขียวในใบพืชประกอบด้วย คลอโรฟิลล์และสารอื่น ๆ ซึ่งสามารถแยกสกัดได้โดยวิธี โครมาโตกราฟี
2. ในการสร้างอาหารของพืชจะได้น้ำตาลเป็นสารแรกที่พืชสังเคราะห์ได้โดยอาศัยแสง พืชจะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งอีกขั้นหนึ่งโดยไมโทคอนเดรีย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ระบุถึงสารที่ประกอบขึ้นเป็นสารสีเขียวในใบพืชได้
2. บอกชื่อของสารที่เป็นคลอโรฟิลล์ในพืชได้
3. บอกหน้าที่ของพืชที่มีคลอโรฟิลล์ในพืชได้
4. ระบุหลักการแยกสารด้วยวิธีโครมาโตกราฟีได้
5. ระบุถึงสารแรกที่พืชสังเคราะห์โดยอาศัยแสงได้
6. อธิบายพื้นฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างแป้งของพืชกับแสงได้
7. อธิบายการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแป้งที่พืชสร้างกับแสงสว่างได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กล้องทดลอง ใ้รูปภาพและแผนภูมิ
2. กลุ่มควบคุม ใ้อุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน
2. การตอบคำถามภายหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนภาคเรียน สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยรูปภาพและแผนภูมิ
กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นวางแผนงานการคิดเกี่ยวกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนดูรูป ภาพ 5.1 (ใบไม้หลาย ๆ ชนิด เช่น ใบโกศล หนาด่าง มะม่วง)

แล้วให้คำถามดังนี้

- ใบไม้ทุกชนิดข้างต้นสามารถสังเคราะห์แสงได้ทุกชนิดหรือไม่
- สารสีเขียวในใบไม้ไม่มีแค่คลอโรฟิลล์เพียงอย่างเดียวหรือมีสารอื่นปะปนอยู่ด้วย

1.2 ให้นักเรียนดูแถบสีที่แยกสารสีเขียวในใบไม้ด้วยวิธีโครมาโตกราฟี แล้วให้คำถาม

- สีที่ปรากฏบนกระดาษกรองมีอะไรบ้าง ถ้าเรียงลำดับจากบริเวณกระดาษกรองเข้ามา

ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า สารสีเขียวก่อนจะสีแยกแน่นอนคือ คลอโรฟิลล์ ส่วนสารสีเหลืองเป็นสารชนิดเกี่ยวกับสารสีเหลืองในผลไม้ที่เรียกว่า แคโรทีน

ครูอธิบายหลักการของการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟีเพิ่มเติม (แผนภูมิที่ 5.1)

1.3 ให้นักเรียนดูรูป ภาพ 5.2 การทดสอบแป้งในใบไม้ที่สกัดคลอโรฟิลล์ด้วยสารละลายไอโอดีน

แล้วให้คำถามดังนี้

- ในการทดสอบแป้งในใบไม้ที่นั้น เพราะอาหารที่พืชสร้างขึ้นได้เปลี่ยนไปเป็นแป้งแล้วเก็บสะสมไว้ที่ใบแท้ นักเรียนมีความสงสัยเกี่ยวกับการที่พืชสร้างอาหารแล้วเปลี่ยนไปเป็นแป้งอย่างไรบ้าง ให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา

- จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาข้างต้นอย่างไร

- จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างไร ถ้ากำหนดอุปกรณ์ดังใน รูป ภาพ 5.3 (ถันแก้ว สารละลายกลูโคส สารละลายไอโอดีน น้ำ อัลกอฮอล์ ตะเกียงอัลกอฮอล์ ถาดรองพลาสติก หลอดทดลองขนาดใหญ่ หลอดหยด กระป๋องนม ตู้เย็น)

- ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทดลอง ที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ (แผนภูมิที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการทดลอง) เรื่องพืชเปลี่ยนแป้งมาจากสารใด รูป ภาพ 5.4 แสดงผลการทดลองข้างต้น)

2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

- ผลการทดสอบภัยสสารละลายไอโซคีน ในแก้วที่เติมน้ำสารละลายน้ำตาลหรือน้ำที่มี
การเปลี่ยนแปลง

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแสดงว่าโมเลกุลที่อยู่ในสารละลายน้ำตาลหรือน้ำ เป็น
อย่างไร

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนน้ำตาลมาเป็นน้ำจำเป็นต้อง
ใช้แสงหรือไม่

2.3 จะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

3. ขึ้นสรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 ขึ้นสรุปผลการแก้ปัญหา ใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ผลที่สรุปได้จากการตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าข้อสงสัยก็สรุปเป็นความรู้ใหม่
ถ้าไม่ข้อสงสัยต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนที่จะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้

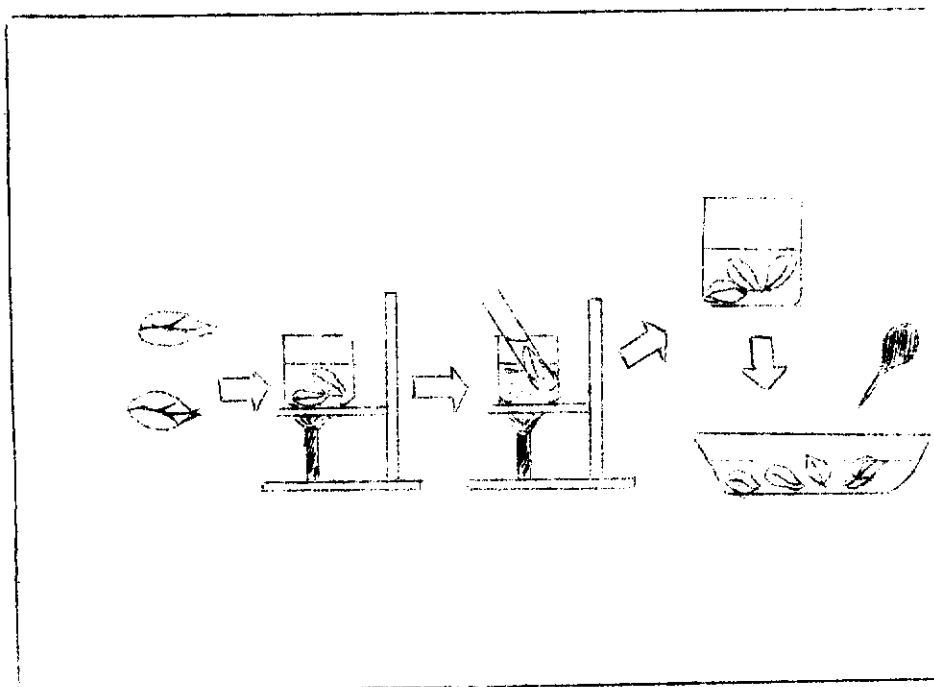
- ในการสังเคราะห์แสงของพืชนอกจากจะได้น้ำตาลแล้ว ยังได้แก๊สออกซิเจนเกิด
ขึ้นด้วย **รูปภาพ 5.5** ปลาหางนกยูงที่เลี้ยงรวมกับสาหร่ายหางกระรอก จะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าเลี้ยงปลา
หางนกยูงแต่เพียงลำพังเพราะเหตุใด

- ถ้านำโมโมแทในสารละลายน้ำตาล และน้ำเกลือมาทิ้งไว้ในตู้มืด นักเรียนคิดว่า
เมื่อนำมาทดสอบภัยสสารละลายไอโซคีนแล้วจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด (**รูปภาพ 5.6**)

สื่อการเรียนรู้การสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 5 กลุ่มทดลอง



รูปภาพที่ 5.1 พืชใบสีเขียวกับพืชใบคาง



รูปภาพที่ 5.2 การทดสอบอาหารในใบพืชด้วยไอโอดีน

แผนภูมิที่ 5.1

การทดลองเรื่อง การแยกควโรไฟด์โดยวิธีโครมาโตกราฟี

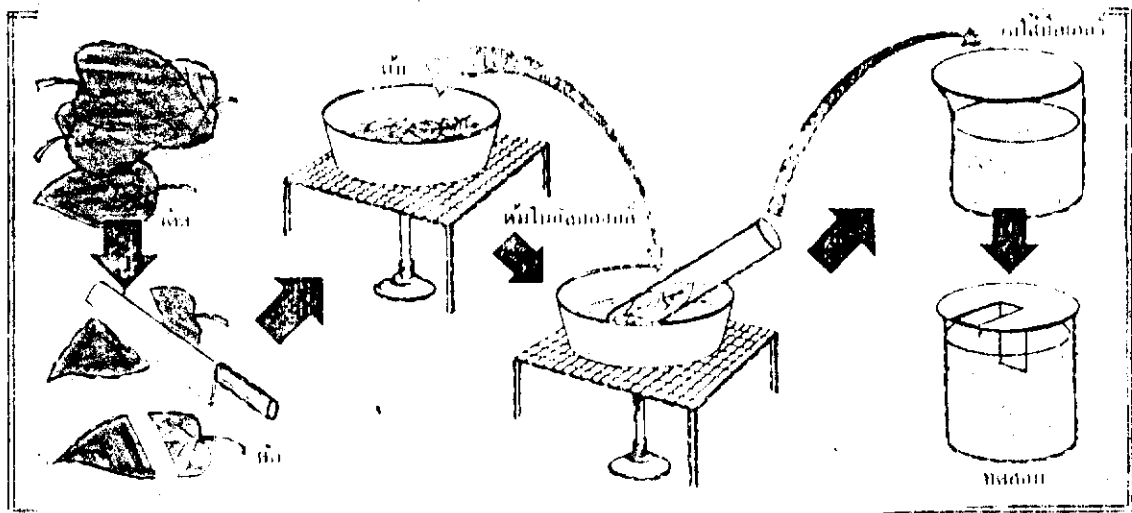
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาว่าในสีเขียวของใบพืชมีสารอื่นประกอบอยู่ด้วย

สารเคมีและอุปกรณ์ ใบผักบุ้ง อัลกอฮอล์ น้ำ กระดาษกรอง ปีกเกอร์ กระป๋องนม

หลอดทดลองขนาดใหญ่ ปากกีส้ม ตะเกียงอัลกอฮอล์

- วิธีทำ
- 1) ตักใบผักบุ้งแต่ละใบเป็น 4 ชิ้น ต้มในน้ำเดือด 1 นาที
 - 2) คีบใบผักบุ้งลงในหลอดทดลองที่มีอัลกอฮอล์ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งแช่ในน้ำเดือดต้มต่อไปอีก 2 นาทีสีจะซีด
 - 3) เทสารละลายไว้ในปีกเกอร์ สังเกตสีของสารละลาย
 - 4) ตักกระดาษกรองกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร
 - 5) วางกระดาษกรองบนปีกเกอร์ ปล่อยให้ละลายทิ้งไว้ 15 นาที

สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง

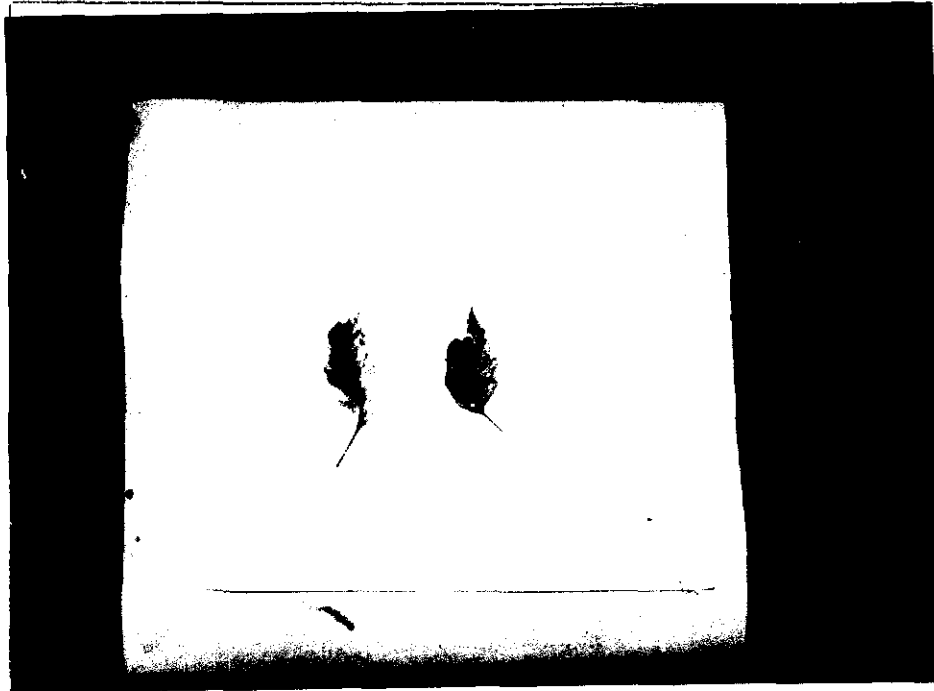


บันทึกผลการทดลอง



แถบสีที่สังเกตได้บนกระดาษกรองนับจากล่างสุดขึ้นมา

- แถบสีที่ 1 สีเขียวแก่
 แถบสีที่ 2 สีเขียวอ่อน
 แถบสีที่ 3 สีเหลือง



รูปภาพที่ 5.3 แบ่งในโมพืช



รูปภาพที่ 5.4 อุปกรณ์การทดลอง

แผนภูมิที่ 5.2

การทดลองเรื่อง พืชเปลี่ยนแปลงมาจากสารใด

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาว่าอาหารที่เป็นแป้งในพืชเกิดมาจากสารใด

สารเคมีและอุปกรณ์ ต้นถั่ว สารละลายกลูโคส สารละลายไอโอดีน น้ำ อัลกอฮอล์ ตะเกียง อัลกอฮอล์ ก่องพลาสติก หลอดทดลองขนาดใหญ่ หลอดหยด กระป๋องนม ถูไม้

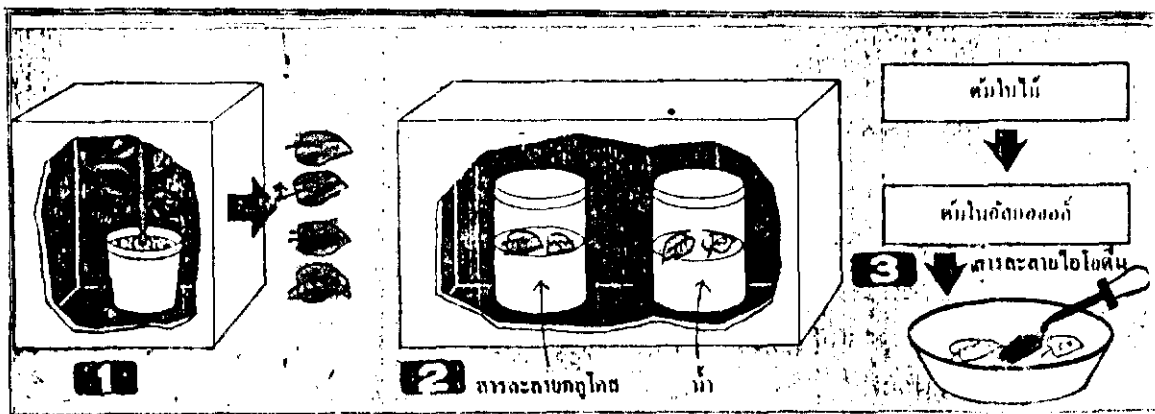
วิธีทำ 1) เก็บต้นถั่วไว้ในตู้มืด 1 คืน

2) เติสารละลายกลูโคส ใส่กลอง 15 ลูกมาศกับเบคเคอเรอ อีกกลองหนึ่งใส่น้ำเท่ากัน

3) เกิดใบถั่ววางลงบนผิวของของเหลวให้ค้ำห้องใบสัมผัสกับสารละลายกลูโคสและน้ำ โดยใช้กลองละ 2 ใบ

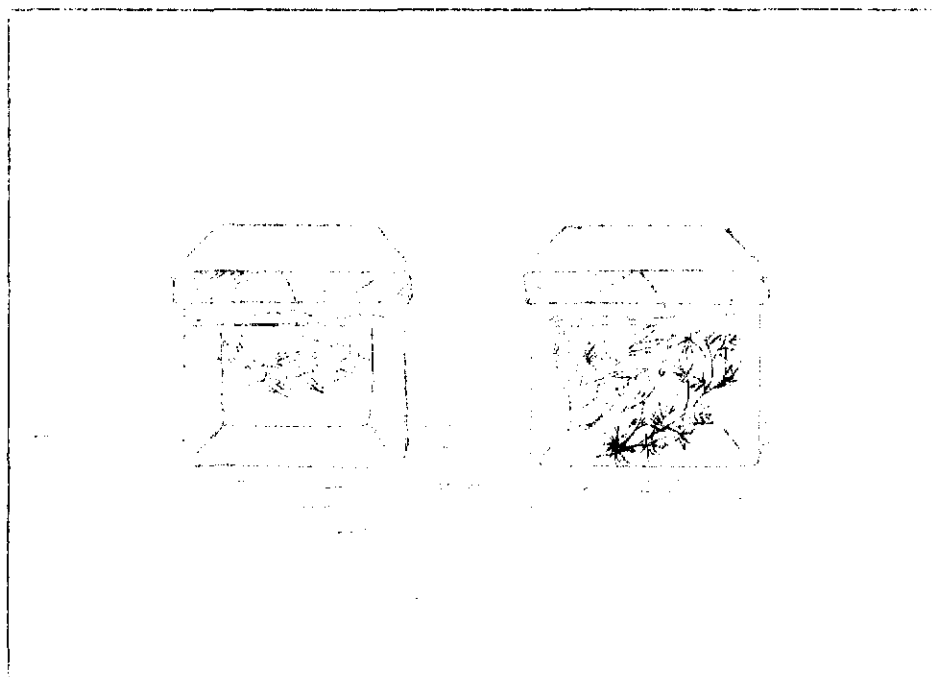
4) ปิดฝากลองทั้งไว้ในตู้มืด 3 วัน

5) นำใบถั่วมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน โดยต้มเพื่อสกัดสีด้วยอัลกอฮอล์ก่อน

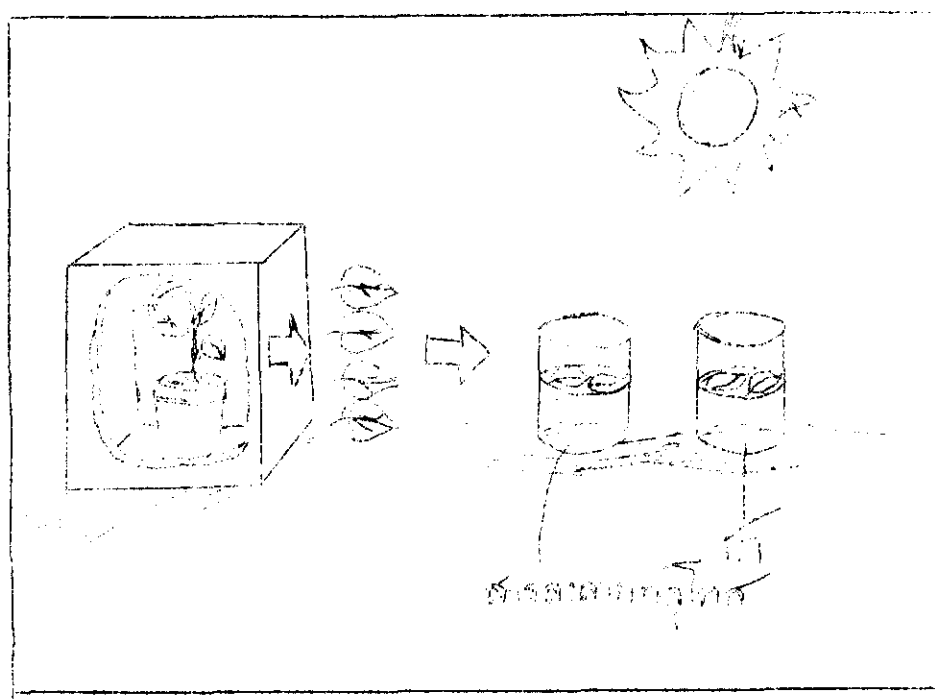


บันทึกผลการทดลอง

ใบถั่วที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
1. ใบถั่วที่แช่ในสารละลาย กลูโคส	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม
2. ใบถั่วที่แช่ในน้ำ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปภาพที่ 5.5 ปลาที่เลี้ยงไว้ตามลำพังกับที่มีสาหร่ายอยู่ด้วย



รูปภาพที่ 5.6 แสงแดดกับการสร้างอาหารของพืช

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ครั้งที่ 6

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบบ	รวมยอด ความ ประเภทสัมพันธ์			
1. พืชและสัตว์หายใจในกาซคาร์บอนไดออกไซด์ สับรยากาศ 2. การหมุนเวียนของกาซในบรรยากาศเกิดจากพืชและสัตว์หายใจในกาซคาร์บอนไดออกไซด์ออกกา และพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงแล้วคายออกซิเจนให้บรรยากาศ เกิดการหมุนเวียนอย่างไม่จบสิ้น		/	เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วจะมีความสามารถ 1.ระบุชื่อกาซที่เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ได้ 2.บอกสภาพของบรรยากาศของสถานที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันได้ 3.สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกาซหายใจของสิ่งมีชีวิตกับกาซที่เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตได้ 4.ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้ 5.สรุปความสัมพันธ์ระหว่างกาซหายใจของสิ่งมีชีวิตกับกาซที่เกิดจากการหายใจ	1.ชั้นวางสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 1.ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสภาพบรรยากาศของชุมชนที่ตนอาศัยอยู่ เป็นเมืองอุตสาหกรรม ไร้อากาศ สภาพของบรรยากาศของทั้ง 2 แห่งมีความแตกต่างกันอย่างไร สภาพของบรรยากาศของทั้ง 2 แห่งนั้น แดงโคจะมีสภาพบรรยากาศบริสุทธิ์กว่ากัน เพราะเหตุใด นักเรียนก็บอกออกไปซึ่งจะเกิดสิ่งใดขึ้นบ้าง นักเรียนก็ตอบว่าในเวลากลางวัน เราจะมีความรู้สึกอย่างไร เพราะเหตุใด จะสรุปว่าการคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากสิ่งใดบ้าง	การสังเกต การลงความคิดเห็น

ความถี่การพบ	ประเภทของความผิด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบ่ง	รวมยอด ความ ถี่			
	ประเภทที่พบ	ทาง ทฤษฎี			
			จากข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทด- ลองได้	1.2 ให้เด็กเรียนรู้โดยสังเกตการทดลอง ภาษาที่ได้จากการหาใจของคนโดยพบ ภาษาลงไปบนน้ำในใส่ ใ้คำถามถึง ต่อไป	
			อธิบายแผนภูมิการหมุน เวียนของก๊าซในบรรยากาศ - กาสได	-ดมหายใจของคนมีก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ถ้าเป็นพืชและสัตว์ที่มีการ หายใจเช่นเดียวกับคน มักจะมี ความสนใจในเรื่องการหาใจของพืช และสัตว์ และมีความสงสัยในเรื่อง การหาใจของพืชและสัตว์อย่างไร บ้างให้ระบออกมาเป็นปัญหา -สิ่งที่เด็กเรียนสงสัยนั้นจะต้องสมบัติ ฐานใดอย่างไร	การตั้งสมมติฐาน
				-จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบ สมมติฐานได้อย่างไร	การออกแบบการทดลอง
				-ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทดลอง จะเป็นอย่างไร	

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิดรวบยอด		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบบ	ความหมาย			
ความคิดรวบยอด	แบบ	ความหมาย		2. <u>ขั้นตอนวิธีการเพื่อแก้ปัญหา</u> 2.1 ให้เด็กเริ่มสังเกตผลจากราก ข้อมูล เพื่อมาไปสู่คุณสมบัติฐาน 3.2 จัดคำถามเพื่ออภิปราย ตอนที่ 1 การหายใจของพืช —จากผลการทดลองสำรวจผล คือเขียนใส่กระดาษในถ้วยทั้งของ เด็กและการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกับอย่าง ไร เป็นเพราะเหตุใด —จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็น ว่าพืชหายใจในภาชนะไว้ออกมา —จะสรุปผลการทดลองอย่างไรได้ อย่างไร ตอนที่ 2 การหายใจของสัตว์ —จากผลการทดลองสำรวจผล คือเขียนใส่กระดาษในถ้วยทั้งของ เด็กด้วยกันอย่างไร —จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สัตว์หายใจในภาชนะไว้ออกมา —จะสรุปผลการทดลองอย่างไรได้	การตีความหมาย จากข้อมูล
	แบบ	ความหมาย			การตีความหมาย จากข้อมูล

ความคิดรวบยอด	ประเภทของความคิดรวบยอด			จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	แบบ	ความ	ทาง			
	ประเภทสัมพันธ์		ทฤษฎี		อย่างไร 2.3 จะสรุปผลการทดลองทั้งสองตอนตรงกันอย่างไร 3. จะสรุปผลการแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้ 3.1 จะสรุปผลการแก้ปัญหา — ผลสรุปจากข้อ 2.3 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ (ถ้าไม่สอดคล้องของการปรับปรุงสมมติฐานก่อนสรุปเป็นความรู้ใหม่) 3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ — ในการทดลองทั้งสองตอนถ้าเปิดฝาครอบกล่องผลิตที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร — ตามเมืองที่มีคนหนาแน่นมีการเจริญเติบโตมากขึ้นเพื่อประโยชน์อะไร — การหมุนเวียนของกาซคาร์บอนไดออกไซด์กับการหมุนเวียนอย่างไร	การพยากรณ์

แผนการสอน ครั้งที่ 6

ความที่ควรมอบ

1. เพื่อและสั้วหายใจให้การคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ
2. การหมุนเวียนของก๊าซในบรรยากาศ เกิดจากพืชและสั้วหายใจให้ การคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อการสั้วเพราะที่แสงรองให้จะได้การคาร์บอนไดออกไซด์และให้ออกซิเจนออกมา ซึ่งจะหมุนเวียนอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. ระบุชื่อก๊าซที่เกิดจากการหายใจของพืชและสั้วได้
2. บอกสภาพของบรรยากาศในสถานที่ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันได้
3. สังเกตฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการหายใจของสิ่งที่มีชีวิต กับก๊าซที่เกิดจากการหายใจของสิ่งที่มีชีวิตได้
4. ออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการหายใจของสิ่งที่มีชีวิตกับก๊าซที่เกิดจากการหายใจ จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
6. อธิบายแผนภูมิ การหมุนเวียนของก๊าซในบรรยากาศได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้รูปภาพและแผนภูมิ
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์การทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการรวมอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน
2. การตอบคำถามภายหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขึ้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนดูรูปภาพที่ 1 แสดงสภาพถนนที่คับแคบในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีโรงงานอุตสาหกรรม
แล้วให้คำถามดังนี้ (รูปภาพที่ 6.1 และ 6.2)

- สถานที่ทั้งสองแห่งมีสภาพอากาศแตกต่างกันอย่างไร
- สถานที่ทั้งสองในภาพนั้นสถานที่ใดอากาศบริสุทธิ์กว่ากัน เพราะเหตุใด
- ถ้าเราก่อโรงงานขึ้นจะเกิดสิ่งใด (ภาพ 6.2) โรงงานในรูปภาพ 6.4 ทำให้เกิดอะไร
- ถ้าเรานั่งไถ่รถไม่ใหญ่ในเวลากลางวันที่แดดร้อนจัด เราจะมีความรู้สึกอย่างไร

เป็นเพราะเหตุใด และทำไมไถ่รถไถ่รถจากคนข้าง (รูปภาพ 6.5)

- จะสรุปได้ว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากสิ่งใดบ้าง

1.2 ให้นักเรียนดู ภาพ 6.6 ภาพคนกำลังเป่าลมลงในน้ำปูนใสแล้วทำให้น้ำปูนใสขุ่น
แล้วครูอธิบายว่าเป็นเพราะลมหายใจของคนมีการคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วถามว่า ถ้าเป็นพืชและ
สัตว์ที่มีการหายใจเช่นเดียวกันกับคนแล้ว นักเรียนมีความสงสัยเกี่ยวกับเรื่องพืชและสัตว์กับการ
หายใจอย่างไรบ้าง ให้ระบุดอกมาเป็นปัญหา

- จะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหาข้างต้นอย่างไร

- จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์ดังในรูปภาพ 6.7

และ 6.8 (รูปที่ 6.7 ใช้ในตอนที่ 1 มี เมล็ดถั่วเขียว ถอดเปลือก ถั่วดำ ถั่วเขียว น้ำ

สารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์ รูปที่ 6.8 ที่ก้นแก้ว สารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์

ถ้วยพลาสติกพร้อมฝาปิด ตะแกรงลวด ใช้ในตอนที่ 2)

- ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขึ้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ (แผนภูมิที่ 6.1 แสดง
ขั้นตอนการทดลองเรื่องการหายใจของพืช แผนภูมิที่ 6.2 แสดงขั้นตอนการทดลองเรื่องการหายใจ
ของสัตว์)

2.2 ใช้คำถามเพื่อการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

ตอนที่ 1 ใช้คำถามดังนี้

- สารละลายกลีเซอรีนไอศกรรตใดที่ในถ้วยทั้งสองเกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร

- จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าทำไมใจให้ภาชนะไร้ออกมา เพราะเหตุใด

- จะสรุปผลการทดลองตอนที่ 1 นี้ได้อย่างไร

ตอนที่ 2 ใช้คำถามดังนี้

- สารละลายกลีเซอรีนไอศกรรตใดที่ในถ้วยทั้งสองแตกต่างกันอย่างไร

- จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าทำไมใจให้ภาชนะไร้ออกมา เพราะเหตุใด

- จะสรุปผลการทดลองตอนที่ 2 นี้ได้อย่างไร

2.3 จะสรุปผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ารูปภาพและแผนภูมิอย่างไร

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลการแก้ปัญหา

- สิ่งที่สรุปให้สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ ถ้าไม่สอดคล้องต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนที่จะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้ ใช้คำถามดังนี้

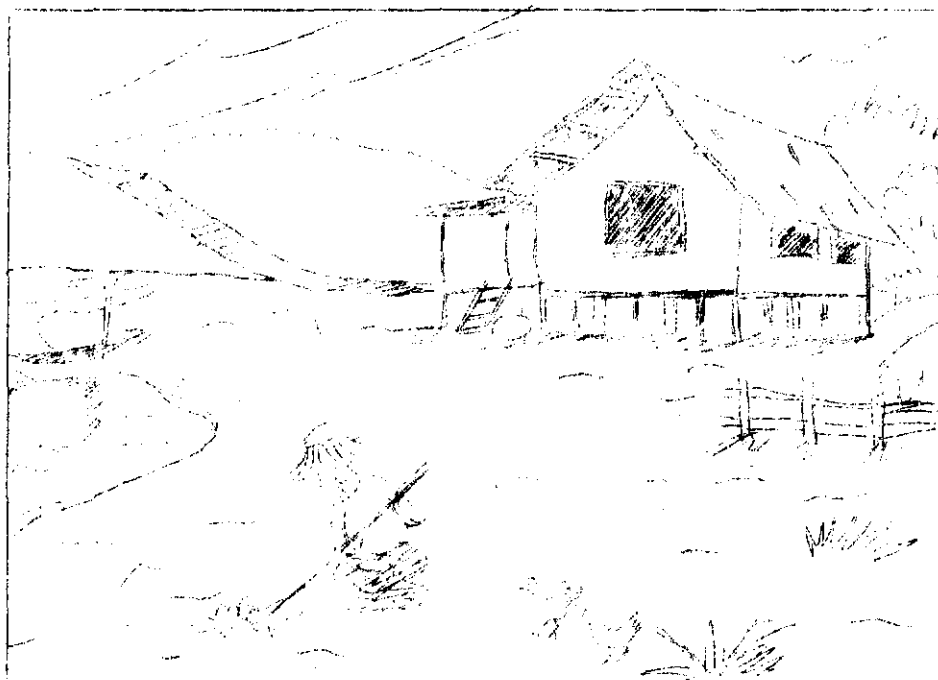
- จากการทดลองข้างต้น ถ้าเปิดฝาทอมกอลงไว้แล้วเกิดจะเป็นอย่างไร

- ความเปียกใหญ่ ๆ ที่มีคนมากและมีรถยนต์หนาแน่น ทำให้มีอากาศไม่บริสุทธิ์ จะแก้ไข

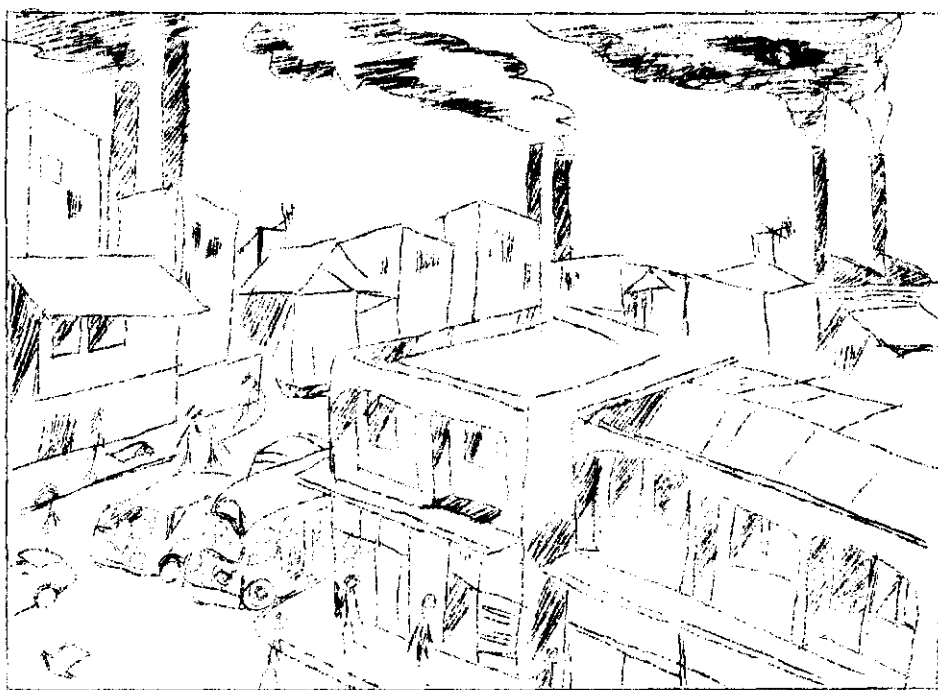
โดยวิธีธรรมชาติได้อย่างไร **รูปภาพที่ 6.9**

- การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในอากาศมีการหมุนเวียนอย่างไรให้อธิบาย (**รูปภาพที่ 6.10**)

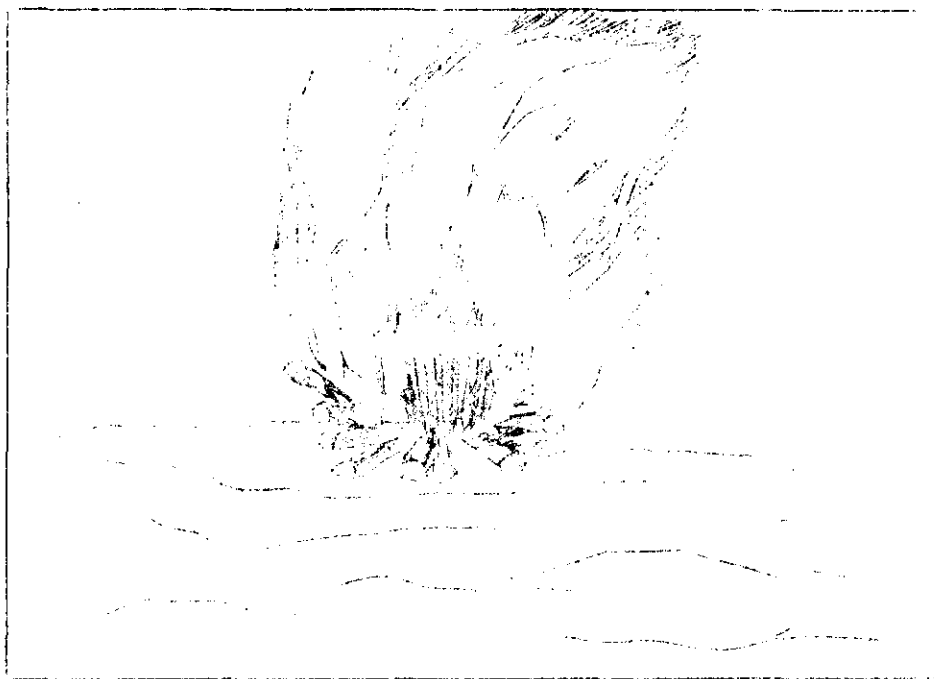
สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปภาพและแผนภูมิ
ตามแผนการสอนครั้งที่ 6 กลุ่มทดลอง



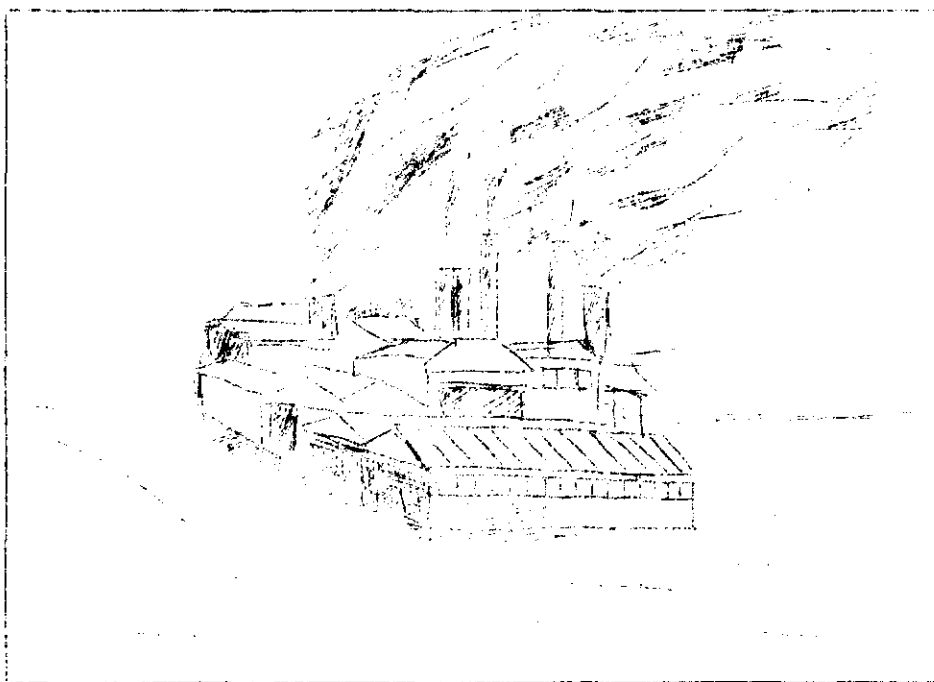
รูปภาพที่ 6.1 สภาพอากาศในชนบท



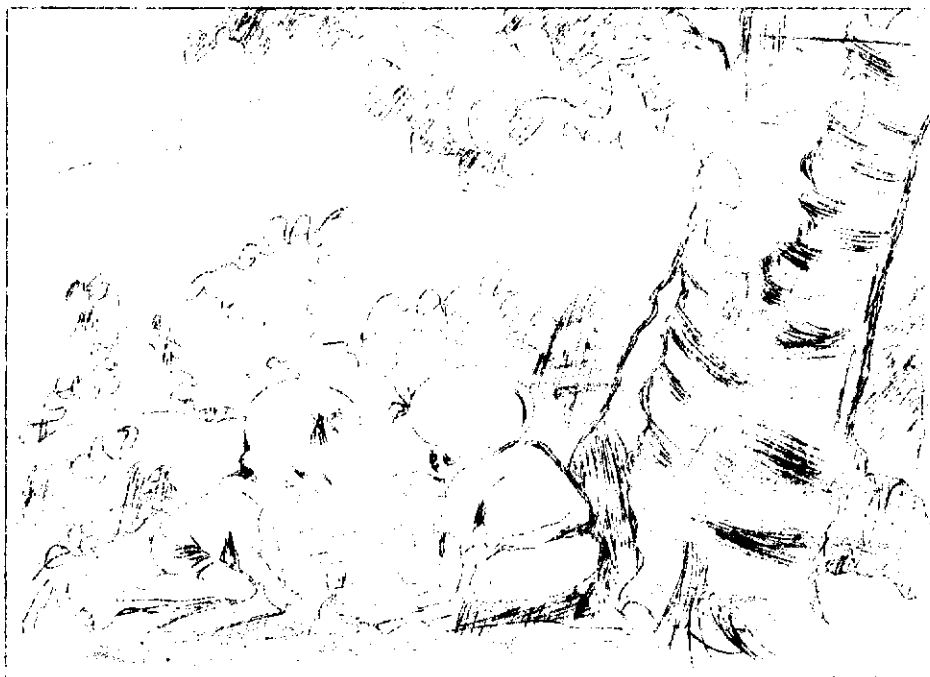
รูปภาพที่ 6.2 สภาพอากาศในเมือง



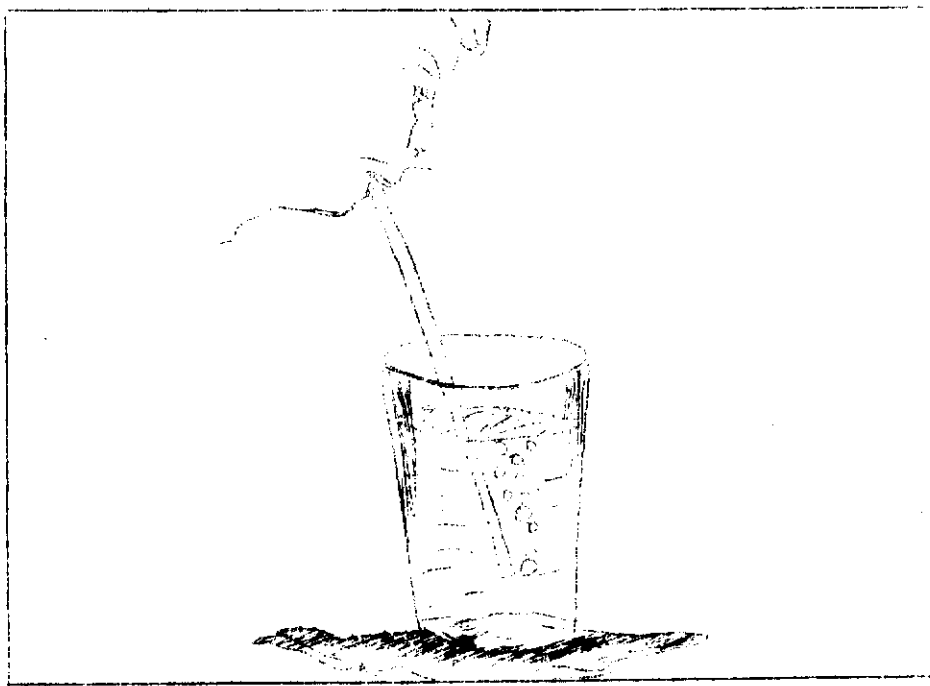
รูปภาพที่ 6.3 การก่อของไฟ



รูปภาพที่ 6.4 โรงงานอุตสาหกรรม



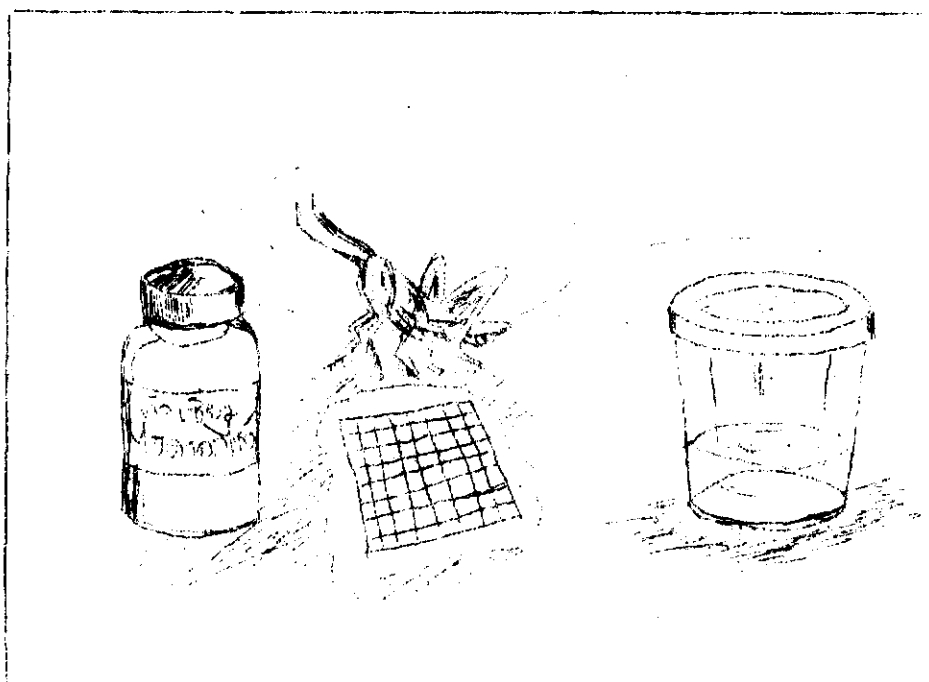
รูปภาพที่ 6.5 คนนั่งไถ่ต้นไม้ในเวลากลางวัน



รูปภาพที่ 6.6 การเป่าลมหายใจลงในน้ำปูนใส



รูปภาพที่ 6.7 อุปกรณ์การทดลอง ตอนที่ 1



รูปภาพที่ 6.8 อุปกรณ์การทดลองตอนที่ 2

แบบฝึกที่ 6.1

การทดลองเรื่อง การหายใจของพืช

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาว่าพืชหายใจคายก๊าซอะไรออกมา

สารเคมีและอุปกรณ์ เมล็ดถั่วเขียว กลองพลาสติก ถ้วยพลาสติก กระดาษขำระ น้ำ

สารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์

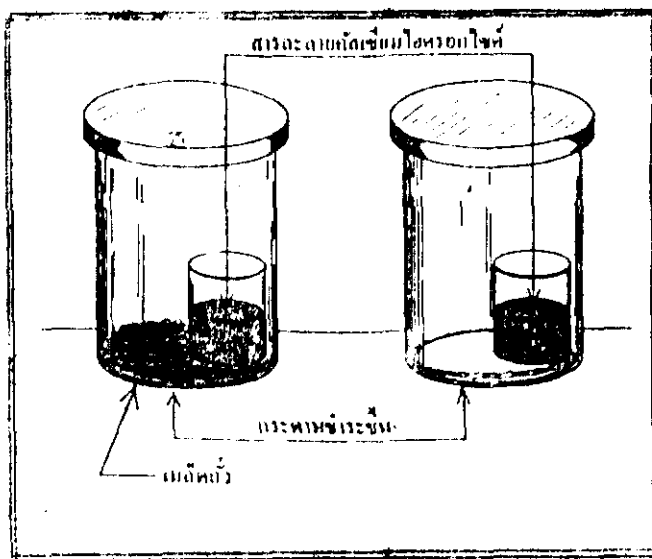
วิธีทำ 1) วางกระดาษขำระที่เองในกับ

กลองพลาสติกทั้ง 2 ใบ ใบหนึ่งใส่ถั่ว

เขียวที่แช่น้ำไว้ 1 คืน 1 กำมือ

2) เทสารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์ลงในถ้วยพลาสติก 2 ใบ ใบละ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปวางไว้ในกลองพลาสติก

3) ปิดปากกลองพลาสติกให้แน่นแล้วทิ้งไว้ 1 วัน สังเกตสารละลาย



บันทึกผลการทดลอง

ถ้วยที่ทดลอง	ผลการสังเกตสารละลาย	
	เริ่มทดลอง	ทิ้งทิ้งไว้ 1 วัน
1. มีเมล็ดถั่วเขียว	ใส	มีฝ้าหนาเกิดขึ้น
2. ไม่มีเมล็ดถั่วเขียว	ใส	มีฝ้าเกิดขึ้นเล็กน้อย

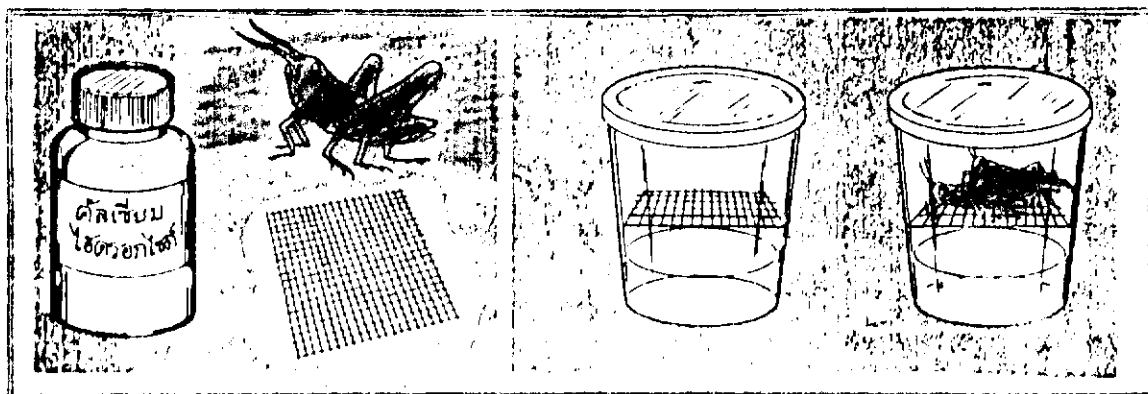
แผนภูมิที่ 6.2

การทดลองเรื่อง การหายใจของสัตว์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาว่าสัตว์หายใจคายก๊าซอะไรออกมา

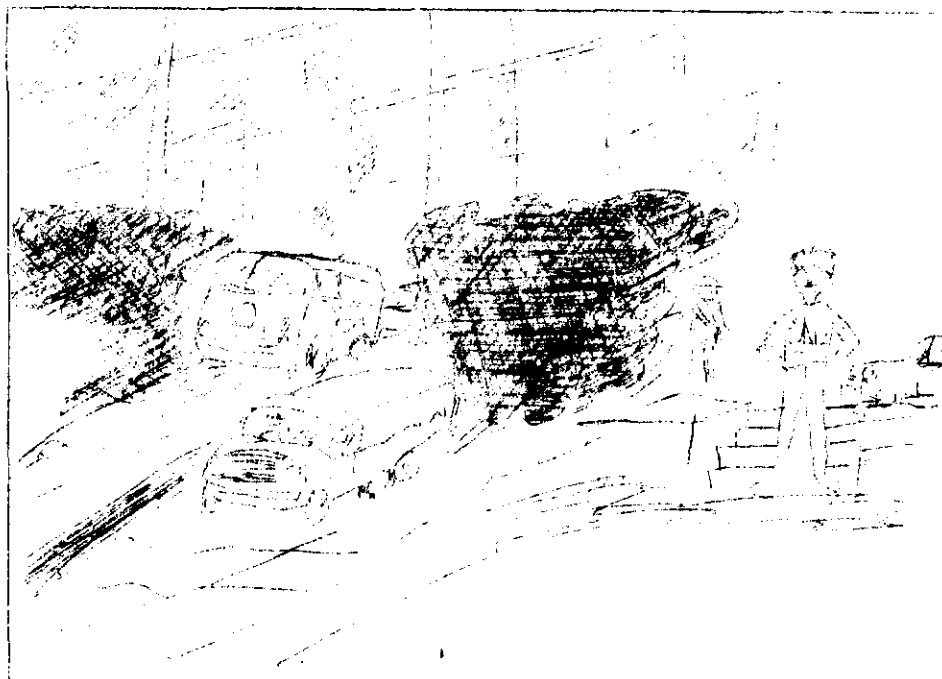
สารเคมีและอุปกรณ์ สารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ คีตกแทน ถ้วยพลาสติกพร้อมฝาปิด
แผ่นตะแกรงลวด

- วิธีทำ 1) ใส่คลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ลงในถ้วยพลาสติก 2 ใบ ใบละ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) วางแผ่นตะแกรงลวดในถ้วยให้เหนือจากสารละลาย 3 เซนติเมตร ใบหนึ่งใส่
คีตกแทนลงไป 2 ตัว
3) ปิดฝาถ้วยทั้ง 2 ให้แน่น ทิ้งไว้ 1 คืน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย

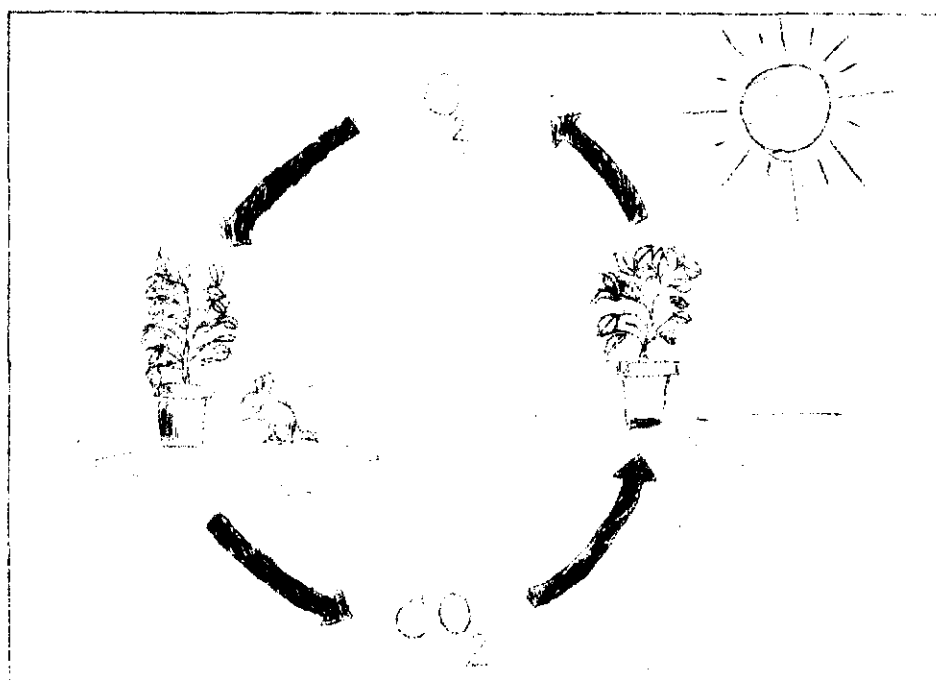


บันทึกผลการทดลอง

ถ้วยทดลอง	ผลการสังเกต	
	เริ่มทดลอง	ทิ้งทิ้งไว้ 1 คืน
1. วิคตีกแทน	ใส	มีฝ้าหนาเกิดขึ้น
2. ไม่ใส่คักแทน	ใส	มีฝ้าเล็กน้อย



รูปภาพที่ 6.9 สภาพอากาศในเมืองใหญ่



รูปภาพที่ 6.10 การหมุนเวียนของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

ตัวอย่างแผนการสอนครั้งที่ 1 กลุ่มควบคุม
จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(สำหรับแผนการสอนครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ของ
กลุ่มควบคุม ศึกษาได้จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)

แผนการสอนกลุ่มควบคุม สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.1 ให้นักเรียนสำรวจสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วตั้งคำถามดังต่อไปนี้

สถานการณ์	คำถาม
1. นักเรียนในห้องเรียน	1. สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในห้องเรียนมีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
2. ปลาในอ่างเลี้ยงปลา	1. สิ่งแวดล้อมของปลามีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
3. นกที่เกาะต้นไม้	1. สิ่งแวดล้อมของนกมีอะไรบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง
4. ต้นถั่วที่ปลูกในกระป๋องมีแมลงเกาะ	1. สิ่งแวดล้อมของต้นถั่ว มีสิ่งใดบ้าง 2. จะจำแนกสิ่งแวดล้อมนั้นได้กี่พวก อะไรบ้าง

- สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตในสถานการณ์ที่กล่าวมีอะไรบ้าง แบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

- จะสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อมและประเภทของสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

1.2 ให้นักเรียนดูต้นถั่วที่ปลูกในกระป๋อง 4 กระป๋อง (กระป๋องที่ 1 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ด ให้น้ำและแสงเต็มที่ กระป๋องที่ 2 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ด ได้รับความชื้นจากน้ำ กระป๋องที่ 3 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ด ได้รับความชื้นจากแสง กระป๋องที่ 4 ใช้เมล็ดถั่ว 80 เมล็ด ให้น้ำและแสงเต็มที่) ให้นักเรียนดูอย่างละเอียด แล้วตั้งคำถาม ดังต่อไปนี้

- ต้นถั่วทั้ง 4 กระป๋องนี้เริ่มปลูกพร้อมกัน เมื่อพิจารณาแล้วมีความสงสัยในเรื่องใดมากที่สุด ให้นำออกมาเป็นปัญหา

- ในสิ่งที่นักเรียนสงสัยนั้น คิดว่ามีสิ่งใดเป็นสาเหตุ

- นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหายังไงกันอย่างไร

- จากสมมติฐานที่ตั้งไว้จะออกแบบการทดลองอย่างไรถ้ากำหนดอุปกรณ์ดังที่จัดไว้ให้ในกระดาษ
- ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลองจะเป็นอย่างไร

2. ขั้นตอนปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากการปลูกต้นถั่ว 6 กระป๋องในเวลา 15 วัน (กระป๋องที่ 1 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ด ได้รับน้ำและแสงเต็มที่ กระป๋องที่ 2 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ดไม่รดน้ำแต่ได้รับแสง กระป๋องที่ 3 ใช้เมล็ดถั่ว 20 เมล็ดได้รับแสงแต่ไม่รดน้ำ กระป๋องที่ 4 ใช้เมล็ดถั่ว 40 เมล็ด ได้รับน้ำและแสง กระป๋องที่ 5 ใช้เมล็ดถั่ว 60 เมล็ด ได้รับน้ำและแสง กระป๋องที่ 6 ใช้เมล็ดถั่ว 80 เมล็ด ได้รับน้ำและแสง) ให้นักเรียนผลการทดลองสังเกตลงในตารางที่ออกแบบไว้

2.2 ให้นักเรียนทำการอภิปรายและตีความหมายข้อมูล

-โดยให้เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันเป็นคู่ ๆ ระหว่างต้นถั่วในกระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 2 กระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 3 กระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 4 กระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 5 กระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 6 และกระป๋องที่ 2 กับกระป๋องที่ 3 โดยตั้งคำถามว่าแต่ละคู่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างไรและผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วแตกต่างกันอย่างไร

-เมื่อนำผลการเจริญเติบโตของทุกกระป๋องมาเปรียบเทียบกันแล้ว ต้นถั่วในกระป๋องใดเจริญงอกงามดีที่สุด มีแนวทางการเปรียบเทียบอย่างไร

-ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดที่ปลูกกับจำนวนต้นอ่อนที่งอกของต้นถั่วในกระป๋องที่ 1, 4, 5 และ 6 แล้วนำผลจากกราฟมาทำนายว่า ถ้าเพาะเมล็ดถั่ว 50 เมล็ด และ 90 เมล็ด คาดว่าจะงอกกี่เมล็ด

2.3 จะสรุปผลการทดลองที่ได้จากการศึกษารวบรวมข้อมูลครั้งนี้ได้อย่างไร

3. ขั้นตอนผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3.1 สรุปผลการแก้ปัญหา

- ผลที่สรุปได้จากข้อมูลสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ (ถ้าสอดคล้องก็สรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าไม่สอดคล้องต้องมีการปรับปรุงสมมติฐานก่อนจะสรุปเป็นความรู้ใหม่)

3.2 นำความรู้ใหม่ไปใช้

- ให้นักเรียนพิจารณาถึงบริเวณใต้ต้นไม้ใหญ่กับบริเวณสนามหญ้าที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุม จะมีต้นหญ้าขึ้นแตกต่างกันเพราะเหตุใด
 - จงบรรยายโดยตามนักเรียนว่า ถ้านักเรียนได้รับกิ่งตอนกุหลาบคนละ 10 กิ่ง โดยได้รับมอบหมายให้ไปปลูกที่บ้าน จะเรียนจะมีวิธีปฏิบัติอย่างไรบ้าง
-

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัดและวัดผล
สัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่ใช้ในการวิจัย

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบด้านความถนัด เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ประเภทของความถนัด เนื้อเรื่อง	แบ่ง ประเภทสัมพันธ์	ความ สัมพันธ์	ทาง ทฤษฎี	รวม คะแนน	อันดับ ที่
	10	10	10	30	
1. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	3	4	-	7	4
2. ความสัมพันธ์ระหว่างพืช-สัตว์ และการสร้างอาหาร	8	2	1	11	3
3. ห่วงโซ่อาหารและความสำคัญของอาหาร	5	5	2	12	2
4. การสังเคราะห์แสง	5	5	3	13	1
5. การแยกคลอโรพลาสต์ และการเปลี่ยนแปลงของพืช	3	4	-	7	4
6. การหมุนเวียนของก๊าซในอากาศ	-	2	4	6	6
รวม	24	22	10	56	
อันดับที่	1	2	3		

จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัดจะได้อันดับวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท 24 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 31, 32, 33, 34, 35, 44, 45 และ 46

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 22 ข้อ คือ ข้อที่ 4, 5, 6, 7, 16, 18, 23, 25, 26, 27, 28, 36, 37, 38, 39, 43, 47, 48, 49, 50, 51 และ 52

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัดทางทฤษฎี 10 ข้อ คือ ข้อที่ 8, 29, 30, 40, 41, 42, 52, 54, 55 และ 56

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความถนัด
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 56 ข้อ เวลาทำข้อสอบ 60 นาที
2. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อมี 5 คำเลือก โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อละ 1 คำตอบ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดแล้วให้ระบายทึบในกรอบสี่เหลี่ยมหลังข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ในกระดาษคำตอบ
ตัวอย่าง สมมุตินักเรียนเลือกตอบข้อ ข.
(0) ก. ☐ ข. ☒ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☐
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดกากบาททับรอยระบายทึบข้อเดิมเสียก่อน แล้วจึงระบายทึบในกรอบสี่เหลี่ยมหลังข้อที่ต้องการเลือกตอบใหม่ ดังตัวอย่าง
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ค.
(0) ก. ☐ ข. ☒ ค. ☒ ง. ☐ จ. ☐
4. ถ้าข้อใดตอบเกินกว่า 1 คำตอบ จะถือว่าข้อนั้นผิดไม่คิดคะแนน
5. ถ้าพบข้อใดยาก ควรเว้นไปทำข้อที่ง่าย ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่
6. ห้ามทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
7. ถ้ามีข้อสงสัยในเรื่องใด ให้สอบถามผู้ควบคุมห้องสอบ
8. ให้คืนแบบทดสอบนี้แก่ผู้ควบคุมห้องสอบ

1. สิ่งแวดล้อมของคนต่อไปนี้ ข้อใดจัดเป็นสิ่งแวดล้อมประเภทเดียวกัน
 - ก. เพื่อนบ้าน กิน ต้นข้าว
 - ข. สัตว์เลี้ยง ต้นข้าว เพื่อนบ้าน
 - ค. บ้าน ต้นข้าว เพื่อนบ้าน
 - ง. สัตว์เลี้ยง ต้นข้าว กิน
 - จ. บ้าน กิน สัตว์เลี้ยง
2. ข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกันกับต้นข้าวและวัว
 - ก. ปลา และ สัตว์ร้าย
 - ข. บ้าน และ คน
 - ค. หันหมู และ กิน
 - ง. เบ็ด และ น้ำ
 - จ. ผักบุ้ง และ น้ำ
3. ข้อใดไม่เป็นสิ่งแวดล้อมของคน
 - ก. อาทาศิในวันวันรอนอบอ้าว
 - ข. วันนี้น้ำรู้สึกไม่สบาย
 - ค. ฉันทิเพื่อนนักเรียนหลายคน
 - ง. หันห้องมีกระดาศเกลื่อนกลาด
 - จ. บ้านของเรา มีสัตว์เลี้ยงหลายชนิด

4. การจะปลูกต้นไม้ให้ลักษณะสูงเรียวได้อย่างไร
 - ก. ปลูกให้ถี่ และไม่ต้องรดน้ำ
 - ข. ปลูกให้ห่าง และไม่ต้องรดน้ำ
 - ค. ปลูกให้ถี่ และให้น้ำเสมอ
 - ง. ปลูกให้ห่าง และให้น้ำเสมอ
 - จ. ปลูกให้ถี่ สลับห่าง และไม่ต้องให้น้ำ
5. ยางพารามีปลูกมากทางภาคใดของไทย แต่ไม่มีทางภาคเหนือ เพราะอะไร
 - ก. สภาพดินทางใต้ดีกว่าทางภาคเหนือ
 - ข. ภาคเหนือมีฝนตกมากกว่าทางภาคใต้
 - ค. ยางพาราชอบอากาศร้อนชื้น
 - ง. ภาคใต้มีพื้นที่สูงกว่าทางภาคเหนือ
 - จ. ภาคเหนือมีภูเขาสูงกว่าทางภาคใต้
6. การที่จะเพาะเมล็ดพืชให้งอกได้ดีควรทำอย่างไร
 - ก. ใช้เมล็ดพืชจำนวนมาก ๆ
 - ข. ต้องใช้ปุ๋ยช่วยเร่ง
 - ค. ความชุ่มชื้นมีได้พอเหมาะ
 - ง. ต้องมีความชื้นพอเหมาะ
 - จ. ต้องใช้ได้รับแสงมาก ๆ

7. นักเรียนคนหนึ่งต้องการจะเพาะถั่วงอก
เพื่อให้เจริญงอกงามดี เขาควรจะทำอย่างไร
- เพาะลงในแปลงหลังบ้าน
 - เพาะลงในกระป๋องแล้วรดน้ำทุกวัน
 - เพาะลงในกระบะทรายแล้วนำไปตากแดด
 - เพาะลงในที่เจ้าแกลบรดน้ำทุกวันแล้วเก็บไว้ในที่ชื้น
 - เพาะลงในดินร่วนปนทรายรดน้ำทุกวันแล้วนำไปตากแดด
8. เหตุใดต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้อาคารจึงมีลำต้น
เอนออกจากตัวอาคาร
- ได้รับอาหารไม่เพียงพอ
 - ได้รับอากาศไม่เพียงพอ
 - ลำต้นสูงชันไม่ได้
 - ได้แสงแดดไม่เพียงพอ
 - แย่งชิงกันโตไม่เต็มที่
9. สิ่งมีชีวิตใด ไม่มี ความสัมพันธ์กันเลย
- ผึ้งกับดอกไม้
 - นกเอี้ยงกับควาย
 - นกกับต้นไม้
 - หอยทากกับงูมดง
 - สุนัขกับคนเลี้ยง
10. ถ้าวัวดื่มน้ำที่ปนกันไปด้วยน้ำเสีย อาศัยกันไม่ได้ใหญ่ใน
เรื่องใด
- อาศัยอยู่กินน้ำและออกซิเจน
 - อาศัยอยู่กินคาร์บอนไดออกไซด์มาสร้างอาหาร
 - อาศัยแบ่งเซลล์จากกันไม่ได้
 - อาศัยเกาะเพื่อหุบรับแสง
 - อาศัยอุณหภูมิจากกันไม่ได้
11. ดินที่ชื้นแฉะและมากพืชจะตายเพราะสาเหตุใด
- รากถูกน้ำไม่ทัน
 - สร้างอาหารไม่ทัน
 - รากหายใจไม่ได้
 - รากดูดเกลือแร่ไม่ได้
 - พืชคายน้ำจากใบไม่ได้
12. ปลามักมีสีทึบดำหลังเข้มกว่าทวนด้าน
หน้าท้อง เป็นประโยชน์อย่างไรต่อปลา
- ศัตรูเห็นยาก
 - ป้องกันแสงแดด
 - หาอาหารได้ดี
 - เคลื่อนไหวได้ดีขึ้น
 - ลูกอ่อนที่เกิดจะกลายน้อยลง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ เวลาทำข้อสอบ 50 นาที
2. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อมี 5 คำเลือก โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบ
ใดแล้วให้ระบายทึบในกรอบสี่เหลี่ยมหลังข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ในกระดาษคำตอบ
ตัวอย่าง สมมุตินักเรียนเลือกตอบข้อ ข.
(0) ก. ☐ ข. ☒ ค. ☐ ง. ☐ จ. ☐
3. ถ้าต้องการ เปลี่ยนคำตอบให้ชี้ตักกากบาทด้วยรอยระบายทึบข้อเดิมเสียก่อน แล้วจึงระบาย
ทึบในกรอบสี่เหลี่ยมหลังข้อที่ต้องการเลือกตอบใหม่ ดังตัวอย่าง ถ้าต้องการ เปลี่ยนคำตอบ
จากข้อ ข. เป็นข้อ ง.
(0) ก. ☐ ข. ☒ ค. ☐ ง. ☒ จ. ☐
4. ถ้าข้อใดตอบเกินกว่า 1 คำตอบ จะถือว่าข้อนั้นผิดไม่ได้คะแนน
5. ถ้าพบข้อใดยาก ควรเว้นไปทำข้อที่ง่าย ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่
6. ห้ามทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
7. ถ้ามีข้อสงสัยในเรื่องใด ให้สอบถามผู้ควบคุมห้องสอบ
8. ให้คืนแบบทดสอบนี้ แก่ผู้ควบคุมห้องสอบ

1. ต้นไม้ในข้อใดต่อไปนี้ไม่เหมือนกับข้ออื่นเลย



2. ข้อใดเป็นหน่วยการวัดที่เหมาะสมที่สุด

- ก. ต้นข้าววัดจากโคนถึงยอดสูง 15 เซนติเมตร
ข. ต้นข้าววัดจากโคนถึงยอดสูง ครึ่ง ฟุต
ค. ต้นข้าววัดจากโคนถึงยอดสูง 1 คืบ
ง. ต้นข้าววัดจากโคนถึงยอดสูง 2 ยามือ
จ. ต้นข้าววัดจากโคนถึงยอดสูง 0.15 เมตร

3. นักเรียนคนหนึ่งได้สำรวจสิ่งแวดลอมในสถานที่

แห่งหนึ่งแล้วจำแนกสิ่งทีสังเกตุได้ออกเป็น 2 พวกดังนี้ พวกที่ 1 มี เมล็ดปอ มีเปลือกแข็ง แขน นก นก ไก่จ้ พวกที่ 2 มี มะม่วง ไข่ หู้า ขนุน กล้วย นักเรียนผู้นี้แบ่งสิ่งแวดลอมออกเป็น 2 พวก โดยใชอะไร เป็นเกณฑ์

- ก. สิ่งมีชีวิต และ สิ่งไม่มีชีวิต

- ข. สัตว์ และ พืช

- ค. พวกอยู่บนดิน และพวกอาศัยอยู่ในน้ำ

- ง. พวกเป็นอาหารของคนได้และเป็นอาหารของคนไม่ได้

- จ. พวกแมลง และพวกพืช

4. การทดลองครั้งหนึ่ง เมื่อปลูกข้าวเขียว 30 เมล็ดปรากฏว่าเป็นต้นเต็ม 12 ต้น ถ้าใช้เมล็ดข้าวเขียวชนิดเดียวกันมาปลูก 120 เมล็ด จะขึ้นเป็นต้นเต็มกี่ต้น

- ก. 24 ต้น ข. 30 ต้น
ค. 36 ต้น ง. 48 ต้น
จ. 60 ต้น

ตัวอย่าง ใช้ข้อมูลจากการางต่อไปนี้ ซึ่งเป็นการทดลองปลูกข้าวเขียว ไข่ไข่ในการตอบข้อ 5 - 8

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ดที่ปลูก (เมล็ด)	สภาพของสิ่งแวดลอมที่จัดให้	จำนวนเมล็ดที่งอก (ต้น)
1	50	มีน้ำ มีแสง	40
2	15	มีน้ำ มีแสง	14
3	15	มีน้ำ ไม่มีแสง	10
4	15	ไม่มีน้ำ มีแสง	2

5. ถ้านำกระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 2 มาเปรียบเทียบกันเพื่อต้องการพิสูจน์สมมติฐานใด

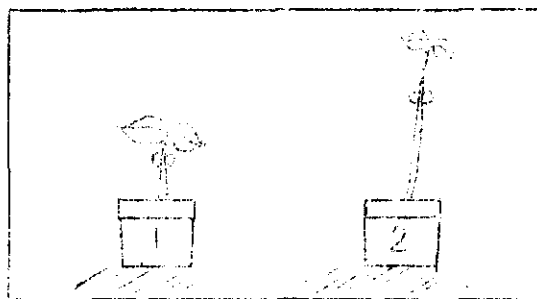
- ก. น้ำมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช
ข. แสงสว่างมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช
ค. เนื้อที่การเพาะปลูกมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช
ง. ชนิดของดินมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช
จ. ชนิดของเมล็ดที่มีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช

6. ถ้าจะให้ความหมายของคำว่า "ความเจริญเติบโตของต้นพืช" ควรให้ความหมายเหมือนข้อใดจึงจะชัดเจน
- หมายถึงจำนวนเมล็ดที่ใช้ในการเพาะปลูก
 - หมายถึงจำนวนร้อยละของต้นอ่อนที่งอกในเนื้อที่เท่ากัน
 - หมายถึงลักษณะของใบที่มีสีเขียวเข้มหรือเขียวอ่อน
 - หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการงอก
 - หมายถึงปริมาณเนื้อที่ใช้ในการเพาะปลูก
7. ถ้านำกระป๋องที่ 2 กับกระป๋องที่ 3 มาเปรียบเทียบกันจะสามารถสรุปผลได้ทั้งข้อใด
- แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 - น้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 - เนื้อที่การเพาะปลูกมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 - อุณหภูมิมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 - ชนิดของเมล็ดมีผลต่อการงอกของเมล็ด
8. ในกระป๋องที่ 1 มีเมล็ดงอกกี่เปอร์เซ็นต์
- 40 เปอร์เซ็นต์
 - 50 เปอร์เซ็นต์
 - 60 เปอร์เซ็นต์
 - 70 เปอร์เซ็นต์
 - 80 เปอร์เซ็นต์

9. จากสมมติฐานที่กล่าวว่า "ปริมาณน้ำมีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช" ตัวแปรอิสระในที่นี้คืออะไร

- ชนิดของต้นพืช
- ปริมาณแสงที่ได้รับ
- ความสูงของต้นพืช
- ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ
- จำนวนวันในการทดลอง

10. จากภาพข้างล่างนี้ ข้อมูลข้อใดที่ผู้สังเกตความเห็นในข้อมูลที่น่าสนใจ



- มีต้นกล้าอยู่ในกระป๋อง 1 ต้น
- ต้นกล้าในกระป๋องที่ 1 เกือบเท่าต้นกล้าในกระป๋องที่ 2
- ต้นกล้าในกระป๋องที่ 2 สูงและใบเล็กเพระขาดแสง
- ต้นกล้าในกระป๋องที่ 1 มีใบมากกว่าต้นกล้าในกระป๋องที่ 2
- ขนาดของลำต้นของต้นกล้าในกระป๋องที่ 1 มีขนาดใหญ่กว่า

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

บทคัดย่อ

ของ

ปรีชา กล่ำรัมย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2526

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและ
แผนภูมิ กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของ
โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน แบ่งกลุ่ม
ตัวอย่าง เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีนักเรียน 30 คน ทั้งสองกลุ่มนี้
ใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกัน คือเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ใช้เวลาในการทดลอง
12 คาบ คาบละ 50 นาที กลุ่มทดลองใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง
ทั้ง 2 กลุ่ม แบบแผนการวิจัยสำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ Randomized Control Group
Post - test only Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นได้แก่
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด (ค่าความเชื่อมั่น 0.8147112) และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น 0.8459683) สถิติที่ใช้
ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ t - test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท และความคงทนของ
ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคงทนของความคิด
รวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี และความคงทนของความคิดรวบยอดทาง
ทฤษฎี ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARATIVE STUDY OF MATTAYOM SUKSA I STUDENTS'
ACADEMIC ACHIEVEMENT IN SCIENCE THROUGH
INQUIRY APPROACH, USING GRAPHIC
AND EXPERIMENTAL MATERIALS.

AN ABSTRACT

BY

PREECHA KLUMRUSSAMEE

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1983

The purpose of this study was to compare Mattayom Suksa 1 students' academic achievement in Science through Inquiry Approach using Graphic and Experimental Materials.

The subjects were 60 students of Mattayom Suksa 1 of Klongluang-vithayakom School, Ampor Klongluang, Changwat Pathumthani, during the second semester of the 1982 academic year. The subjects were divided into two groups : the experimental and control groups, with 30 students in each. Both groups studied for 12 periods (50 minutes per period) and were taught the same content about "Living things and Environment". The Inquiry approach using Graphic, was introduced to the experimental group whereas control group studied through the Experimental Materials. The Randomized Control Group Post - test only Design was used. The research instruments developed by researcher were the Science concept achievement test (reliability = .8147112) and the Science process skills achievement test (reliability = .8459683). The statistical technique used in data analysis was the t - test.

The results indicated that

1. The classificational concept achievement and the retention of the experimental and control groups were not significantly different at the .05 level.

2. The correlational concept achievement and the retention of the experimental and control groups were significantly different at the .05 level.

3. The theoretical-concept achievement and the retention of the experimental and control groups were significantly different at the .05 level.

4. The Science process skills achievement of the experimental and control groups were not significantly different at the .05 level.