

504.12

ข 66 ๓๓

๗.๒

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการสอนโดยฝึก
สร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

เขมิกาญจน์ ทองมา

๒๓543๖

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๓๖๔

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกม
วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท.

บทคัดย่อ
ของ
เขมิกาญจน์ ทองมา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2540

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ใช้เวลาในการทดลอง 24 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการสอน คู่มือนักเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (มีความเชื่อมั่น .8273) และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่น .7967 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Posttest-only Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test Independent

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน

THE STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' ACHIEVEMENT IN SCIENCE PROCESS
SKILLS AND SCIENTIFIC CREATIVE THROUGH THE SCIENTIFIC
COMPUTER GAMES AND THROUGH IPST APPROACH

AN ABSTRACT
BY
KHAMIKARN THONGMA

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Educational Secondary
at Srinakharinwirot University

March 1997

The purpose of this study were to compare the science process skills achievement and scientific creative through the scientific computer games and through IPST approach. The research design was the randomized control-group posttest only design.

The 30 subjects were simple randomly selected from Mathayom suksa 1 of Tak school for the deaf. They were randomly assigned in to the experiment and control group with 15 students each. The experiment group learned through the scientific computer games. While the control group learned through IPST approach. The experiment was done during 24 periods.

The instrument was the science process skills achievement test (Reliability .8273) and scientific creative test (Reliability .7967) the inferential statistics was t-test Independent.

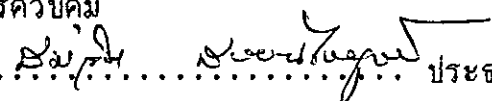
The results indicated that :

1. The science process skills achievement of Experiment and Control group were nonsignificantly different.

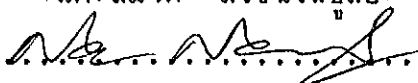
2. The scientific creative of experiment and control group were significantly different.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

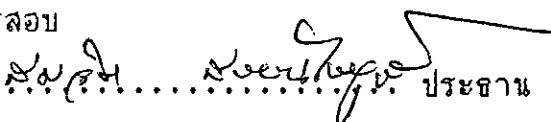
.....  ประธาน

(ผศ. สมจิต สวชนไพบูลย์)

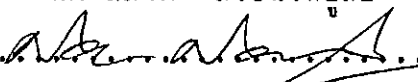
.....  กรรมการ

(ผศ. ดร. ดิลก ดิลกานนท์)

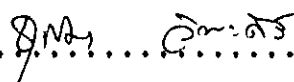
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

(ผศ. สมจิต สวชนไพบูลย์)

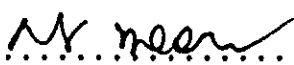
.....  กรรมการ

(ผศ. ดร. ดิลก ดิลกานนท์)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ. ดร. ชุติมา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร. คิริยภา พูลสุวรรณ)

วันที่... 14 ... เดือน... มี ... ๗ : พ.ศ.. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ และความเมตตาจาก
ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ลมจิต ลวธนไพบูลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติลก ติลกันนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ
กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง
ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์บุญสม เลิศพิเชฐ อาจารย์เอมอร กิตติภัทเมธา
อาจารย์ดำเนิน ยาท่วม ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้าง ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก ผู้อำนวยการ
โรงเรียนบ้านเด่นวัว อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านดงข่อม และคณะครู-อาจารย์ทุกท่าน
ที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง ทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย
รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโทเอกการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์) ปีการศึกษา 2535
ตลอดจนทุกท่านที่ทำให้กำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแด่
บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนชี้แนะแนวทางการศึกษา
แก่ผู้วิจัย

เขมิกาญจน์ ทองมา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
✓ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
✓ นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
✓ เอกสารเกี่ยวกับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน.....	9
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	13
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเกมและเกมวิทยาศาสตร์.....	36
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	49
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก.....	58
✓ เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	64
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์.....	69
✓ สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	83
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	84
ประชากร	84
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	84
ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า.....	84
แบบแผนการทดลอง	85

บทที่	หน้า
— เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	86
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	86
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	101
— ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	101
— สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	101
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	101
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
— สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	103
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	104
ข้อเสนอแนะ.....	108
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก	123
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	194

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงสมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็นของ สสวท.....	30
2	ตารางแบบแผนการทดลอง.....	85
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า.....	96
4	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า.....	97
5	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า.....	98
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า.....	99
7	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า.....	100

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงสภาวะสมดุล.....	17
2 แผนภูมิแสดงการสอนแบบออกหมดกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	18
3 แผนภูมิแสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	25
4 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการออกแบบเกมเพื่อการสอน.....	45
5 แผนภูมิแสดงรูปแบบการสร้างเกม.....	46

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาประเทศชาติ ผู้ที่จะคิดค้นและสร้างงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องเป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะชอบแสวงหาความรู้ คิดหาวิธีการใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สิ่งเหล่านี้ต้องได้รับการปลูกฝังอย่างต่อเนื่องจึงจะก่อให้เกิดผลเป็นบุคคลที่มีคุณภาพพร้อมที่จะช่วยพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต แนวทางที่จะเสริมสร้างคุณลักษณะดังกล่าวได้นั้น คือการจัดการศึกษา ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการศึกษาระดับต่างให้ความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของบุคคล เพื่อให้มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ ดังจะเห็นได้จากแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2535 ได้ระบุไว้ในความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาว่าบุคคลที่ได้รับการศึกษาพึงเป็นผู้มีปัญญา รู้จักแก้ปัญหาได้อย่างฉลาดรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 : 8) แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ได้ระบุไว้ในนโยบายและมาตรการด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาบุคคลและด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเน้นถึงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 : 6) ซึ่งทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้มุ่งเน้นเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้เพื่อจะนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ตระหนักถึงปัญหาในข้อนี้จึงได้มีการพัฒนาหลักสูตร โดยได้กำหนดวิชาเลือกเสรี ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยได้กำหนดจุดประสงค์รายวิชา อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) ซึ่งได้มีการจัดทำขึ้นเมื่อปีการศึกษา 2532 พบว่า ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาค่อนข้างต่ำ ยังไม่สามารถที่จะนำไปพัฒนาตนเองให้ก้าวทันกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 4) และจากผลการศึกษาวิจัยการเรียนการสอน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างปี พ.ศ. 2527-2533 โดยสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for Evaluation of Education Achievement) พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยจัดอันดับเป็นกลุ่มที่ 4 ในจำนวนทั้งหมด 5 กลุ่ม จาก 24 ประเทศ (สุริย์คล้ายนิล. 2533 : 15) และจากผลการประเมินการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2533 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนเฉลี่ยรวมกันทั้งประเทศได้เพียงร้อยละ 51.24 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536 : 44) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยสังเคราะห์หลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 336-356) พบว่า ครูผู้สอนสอนเนื้อหาในแบบเรียนมากกว่าฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นวัตกรรมที่ทันสมัยที่นำมาใช้ประกอบการสอนคือการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนมีหลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจคือการให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ปัจจุบันนี้ภาษาคอมพิวเตอร์มีหลายภาษาด้วยกัน ภาษาโลโก (Logo Writer) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา และมีหลักในการทำงานอย่างมีระบบ

สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มีชีวิตชีวา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกจึงได้รับความนิยมนำมาใช้ประกอบการสอนกับนักเรียนที่มีอายุ 10-13 ปี (เย็น กู้ววรรณ และประพาส จงลิตยวัฒนา. 2528 : 3) ลักษณะการทำงานของโปรแกรมภาษาโลโก นักเรียนเป็นผู้สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานโดยใช้เต่าเป็นผู้รับคำสั่งสิ่งที่แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเป็นภาพกราฟฟิค โดยมีปากกาและพู่กันสำหรับระบายสีอยู่ด้วย การเคลื่อนไหวทุกขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเต่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างให้นักเรียนเกิดแนวความคิดใหม่ ๆ เป็นนักประดิษฐ์คิดค้นสร้างผลงานใหม่ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกในระยะแรกเน้นการวิจัยด้านการศึกษาโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาด้านสติปัญญาของนักเรียนให้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกสามารถนำไปใช้ในสาขาวิชาอื่น ๆ เช่น ภาษาศาสตร์ ศิลปะ ฟิลิกส์และชีววิทยา (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก ซึ่งออกแบบตามแนวคิดของเพียเจต์ที่มุ่งให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดกระทำต่อสิ่งแวดล้อมได้โดยตรง ปรับสภาพการเรียนรู้ และสร้างรูปแบบการคิดของตนเองได้ (เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา. 2532 : 134)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เห็นความสำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก จึงได้นำมาใช้ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท) โดยได้จัดเป็นกิจกรรมเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ ฝึกการคิดอย่างมีระบบ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการสร้างเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้าในการนำโปรแกรมภาษาโลโกไปใช้กับนักเรียนระดับต่าง ๆ เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2531 : 140) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก ด้วยวิธีสอนแบบนิรนัย แบบอุปนัย และแบบผลระหว่างนิรนัยกับแบบอุปนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และบงกชพันธ์ ทองงาม (2533 : 55) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคล

เอมอร์ กิตติภัทเมธา (2537 : 119) พบว่า การให้นักเรียนใช้เทคนิคในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามแนวทางการสอนของ สสวท. ดำเนินยาทวุม (2537 : 98) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการที่ครูพยายามนำนวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้พัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เพื่อเป็นบุคคลที่มีคุณภาพในการพัฒนาประเทศและจากศักยภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกตลอดจนผลจากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยสนใจที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกมาให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 011) ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่เรียนตามแนวการสอนของ สสวท.

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ทำให้ได้ทราบผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. และได้ตัวอย่าง

เกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปพัฒนา และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน โสตศึกษาจังหวัดตาก

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

2.1 กลุ่มทดลอง ใช้การสอนการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ด้วย ภาษาโลโก

2.2 กลุ่มควบคุม ใช้การสอนตามแนวของ สสวท.

3. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โดยใช้เวลาในการทดลอง 24 คาบ ๆ ละ 50 นาที เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

4.1 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า วิชา ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ หลากหลาย เป็นวิชาเลือกเสรี ในหนังสือแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ กำหนดใช้ ภาษาโลโก

5. ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรต้น

5.1.1 การสอนให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

5.1.2 การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

5.2 ตัวแปรตาม

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียน

5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเล่นที่ทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน มีกติกาเนื้อหาและสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เล่นปฏิบัติตาม
2. เกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการเล่นผ่านจอคอมพิวเตอร์ที่บรรจุโปรแกรมเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

โปรแกรมเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ หมายถึง ชุดของคำสั่งที่ใช้ภาษาโลโก้สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน แสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟิก ภาพลายเส้นตัวหนังสือ เสียงดนตรี และระบายสี โดยมีสัญลักษณ์รูปเต่าเป็นตัวรับคำสั่ง

3. การสอนให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ หมายถึง การให้นักเรียนฝึกสร้างเกมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้คู่มือนักเรียนประกอบการอธิบาย

คู่มือนักเรียน หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการเรียน ประกอบด้วยคำแนะนำ การเข้า-ออกจากโปรแกรมภาษาโลโก้ และกิจกรรมการเรียนการสอน โดยในแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ บันทึกสรุปโปรแกรมการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้ แบบฝึกการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ข้อเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นให้ความรู้

- 3.1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ภาพประกอบ

- 3.1.2 ครูอธิบายคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้ในคู่มือนักเรียนของแต่ละกิจกรรม

- 3.1.3 ให้นักเรียนฝึกการใช้คำสั่งภาษาโลโก้

- 3.1.4 ให้นักเรียนเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ครูกำหนดให้

3.1.5 ครูอธิบายแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผู้เล่น จุดมุ่งหมายการเล่น กติกาการเล่น และชุดคำสั่ง ภาษาโลโก

3.2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ครูกำหนดไว้ และให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีเล่น และชุดคำสั่งที่ใช้

3.2.2 นำชุดคำสั่งภาษาโลโกสรุปไว้มาคีย์ลงคอมพิวเตอร์ เพื่อทดลองการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

3.2.3 ออกแบบ "เกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ด้วยภาษาโลโก" ลงกระดาษกราฟและเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

3.2.4 คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้สร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ลงเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.5 ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

3.3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

3.3.1 แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์

3.3.2 สลับกลุ่มกันเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

3.4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมแบบหลากหลาย ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดคำสั่งภาษาโลโก

4. การสอนตามแนวการสอนของ ลลาวท. หมายถึง การสืบเสาะหาความรู้ ที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของกิจกรรมของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย

4.1.2 ครูแนะนำอุปกรณ์ ขั้นตอนดำเนินการกิจกรรมของเล่นเชิง
วิทยาศาสตร์หลากหลาย

4.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนในแบบฝึกกิจกรรมของ
เล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายโดยมีครูเป็นที่ปรึกษา

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4.3.1 นักเรียนสรุปผลจากการทดลองของแบบฝึกกิจกรรมของเล่น
เชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายโดยมีครูเป็นที่ปรึกษา

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ข้อมูลที่นักเรียนได้จากการ
ทดลองสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลองถึงประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างมีระบบ จนเกิดความรู้
คล่องแคล่วและความชำนาญ ซึ่งประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด
ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งวัดได้จาก
แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ
วนา ชลประเวส (2526) และระวีวรรณ อังคนุรักษ์ (2531)

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น
ตัดสินใจ และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์
และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งประกอบด้วย ความคิดยืดหยุ่น
ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิด

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบ
วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดย
ปรับปรุงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร (2517) สุมาลี
การณจนาชาติ สุภาณี ลิ้มวัฒนากุล (2531) ศรีผกา เจริญยศ (2533) และกิตติ
แสงสุวรรณ (2534)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเกมและเกมวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้
6. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

การจัดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยึดตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จัดขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2519 ถึงปัจจุบันโดยมีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่สำคัญ 5 ประการ คือ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 23)

- 1.1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
- 1.5 เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม

จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจตามเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนดได้ หรือด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ การกำหนดเนื้อหาของหลักสูตรจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและ

สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการและคุณภาพของเด็กไทย ส่วนการเรียนการสอน จะเน้นเรื่องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำทดลองต่าง ๆ ตามวิธีการทำเองเดียวกับวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประการสำคัญที่สุดคือการพัฒนาเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอนั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab discussion) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้คิดสงสัย แนะนำแนวทางให้นักเรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำ กระตุ้นสนับสนุนให้คำปรึกษากับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab discussion) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามที่ครูผู้สอนใช้ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้น มีการอภิปรายข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการทดลอง

จากทั้ง 3 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ก็เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือทดลองปฏิบัติจริงอันจะก่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแนวทางในการสรุปหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหา กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้อีกด้วย บทบาทของครูผู้สอนจึงเป็นเพียงที่ปรึกษาคอยสนับสนุนในการจัดกิจกรรมการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

การอภิปรายถือว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการเรียนการสอน อูซา ค่ำประกอบ (2530 : 15) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการอภิปรายที่เหมาะสมจะช่วยให้ นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ในกิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่งการทดลองและการอภิปรายเพื่อสรุปผล

การทดลอง ครูผู้สอนจำเป็นที่จะต้องใช้คำถามเพื่อนำให้นักเรียนสู่การค้นคว้า การใช้คำถามในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในปัจจุบันนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยเสนอแนวทางไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. คำถามเพื่อสร้างสมมติฐานควรเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนทำนายหรือคาดเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
 2. คำถามเพื่อการสังเกตควรเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 รับรู้ที่ตนสังเกต และสามารถบรรยายออกมาเป็นภาษาเขียนหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
 3. คำถามเพื่อออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรควรเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนวางแผนในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน และการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
 4. คำถามเพื่อนำความรู้ไปใช้ควรเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนรู้จักการทำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่มาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล
 5. คำถามเพื่อนำความรู้ไปใช้ควรเป็นคำถามที่ยั่วให้นักเรียนนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
- นอกจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการป้อนคำถามเพื่อนำสู่การอภิปรายแล้ว สุวัณก์ นิยมคำ (2517 : 125-1256) ได้ให้ความเห็นว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นครูผู้สอนจะต้องเข้าใจจิตวิทยาพื้นฐานควบคู่ไปกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีส่วนสำคัญ 3 ประการ คือ
1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อนักเรียนได้ลงมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
 2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์นั้นเร้าความสนใจและกิจกรรมนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า
 3. การสอนของครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

นอกจากนี้ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 113-115) ได้ให้ข้อเสนอแนะต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไว้ดังนี้

1. ครูควรเตรียมการสอนและอุปกรณ์การสอนหรือสื่อประกอบการเรียนการสอนให้พร้อมไว้ล่วงหน้าทุกครั้งที่เข้าสอน
2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำและที่ปรึกษา
3. ครูมีความรู้กว้างขวางพอที่จะแนะนำให้นักเรียนที่สนใจไปศึกษาหาคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ได้
4. ครูควรพยายามให้นักเรียนได้มีความรู้สึกว่าการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาโดยการใช้คำถามเร้าและกระตุ้นความคิดของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้จุดประสงค์สำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ปรากฏเด่นชัดอยู่ตลอดเวลา
5. ครูควรให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในการค้นคว้าหาคำตอบโดยการใช้คำถามเร้าและกระตุ้นความคิดของนักเรียน
6. การที่จะให้นักเรียนใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพของห้องปฏิบัติการ เวลา และข้อมูลที่มี ครูไม่ควรยอมรับข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน
7. ความกระตือรือร้นของครูผู้สอนในการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรมีผลตกทอดถึงนักเรียน ครูควรใช้น้ำเสียงแสดงความประหลาดใจ และความตื่นเต้นในขั้นสำคัญ ๆ ของการสืบเสาะ ไม่ควรท้อเมื่อพยายามสอนแบบสืบเสาะในตอนแรกแล้วไม่ได้ผลดี ควรพยายามฝึกฝนเทคนิค ปรับปรุงวิธีสอนโดยใช้หลักการสืบเสาะกับตนเอง

จากแนวคิดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพอสรุปได้ว่า ครูควรให้ความสำคัญต่อตัวนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ เพราะการได้ปฏิบัติการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย และในขณะเดียวกันครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ทำการสอนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งจะให้คำปรึกษาแนะนำทั้งปัญหาของเนื้อหาในบทเรียนและความรู้อื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับนักเรียนและพัฒนาปรับปรุงคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ทันกับความเจริญทางเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ให้ดีขึ้นอีกด้วย

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความจริงด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบการสอนวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. 85-90) มีองค์ประกอบดังนี้

1. จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่ายของจิตวิทยาที่นำมาใช้กับงานวิจัยนี้ ได้แก่ พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนตามทฤษฎีของ เพียเจท์ การสอน หลักการสอน แนวการจัดกิจกรรมตามแนวคิดของเพียเจท์

เพียเจท์ (Piaget) เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส ได้กล่าวสรุปการเรียนรู้เป็นผลผลิตของการพัฒนาการสอน คำว่าพัฒนาการสอนของเรานั้นเกี่ยวข้องกับทั้งด้าน พัฒนาการทางกายภาพ และชีวภาพ พัฒนาการทางกายภาพ ได้แก่ การเจริญเติบโตตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา จนกระทั่งสู่วัยผู้ใหญ่ ส่วนการพัฒนาทางชีวภาพของสมอง ได้แก่ การรู้จักคิด มีความสามารถในการรับรู้ เข้าใจสิ่งต่าง ๆ มีความพร้อมและมีวุฒิภาวะที่เหมาะสมกับวัย การคิดเป็นการนำปัญหามาใช้ ปัญหาก็คือเครื่องมือของการคิดสามารถที่จะพัฒนาได้ การคิดและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้จัดกระทำกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ด้วยตนเอง เพียเจท์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการคิดไว้ 4 ขั้นได้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเคลื่อนไหว-สัมผัส (Sensory-Motor Stage) อายุระหว่างแรกเกิดถึง 15 เดือน หรือ 2 ปี ขั้นนี้จะคิดหรือเรียนรู้จากการสัมผัสและการเคลื่อนไหวของตน ลักษณะสำคัญของขั้นนี้คือ

1. รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5
2. กิจกรรมเคลื่อนไหวเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะหนัาระยะสั้น เช่น การร้องเมื่อหิวนม
3. พัฒนาการรับรู้เข้าใจในเรื่อง การคงที่ของวัตถุ มิติ

4. พัฒนาการด้านภาษา พูดเป็นคำ ๆ พูดเป็นประโยคยังไม่ค่อยได้

ขั้นที่ 2 ขั้นเริ่มคิดเข้าใจ หรือขั้นก่อนปฏิบัติการ (Pre-Operational Stage) อายุระหว่าง 2-7 ขวบ ขั้นนี้จะคิดหรือรับรู้เท่าที่สามารถมองเห็น ลักษณะสำคัญของขั้นนี้ก็คือ

1. ความนึกคิด และการกระทำที่ไม่แน่นอนแสดงให้เห็น โดยการที่เด็กในวัยนี้ จะตอบคำถามด้วยเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ
2. พัฒนาการทางการรับรู้และการใช้ภาษาเพิ่มพูนขึ้น โดยเฉพาะเรียนรู้ภาษาได้มากเป็นพิเศษ
3. การรับรู้เป็นไปอย่างคลุมเครือกว้าง ๆ
4. ความนึกคิดอยู่ที่จุด ๆ เดียว คำอธิบายที่เด็กวัยนี้ได้ จะคิดเข้าหาตนเองตามแต่ความพอใจ และมองเห็นสิ่งที่ผู้ใหญ่ให้มันบางครั้งยาก จึงตั้งคำอธิบายใหม่ที่อาจไม่สัมพันธ์กับเหตุการณ์นั้น ๆ
5. เริ่มที่จะแยกประเภทหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่เป็นไปในลักษณะที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรข้างเดียวที่ตนเองพึงพอใจ
6. ไม่สามารถคิดกลับไปกลับมา
7. จินตนาการและการแสดงออกด้วยภาษาของตนเองอย่างง่าย ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นรู้จักใช้ความคิดเชิงรูปธรรม หรือขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุระหว่าง 7-11 ปี หรือ 12 ปี ขั้นนี้คิดได้กว้างขวางขึ้นมีลักษณะเคลื่อนไหวและกลับไปกลับมาได้ แต่การคิดยังขึ้นกับสิ่งที่ป็นรูปธรรมมาก ลักษณะที่สำคัญคือ

1. รับรู้เข้าใจปรากฏการณ์ที่มีตัวแปรหลายตัวได้ แต่ต้องอยู่ในลักษณะสภาพของจริงหรือรูปธรรม /
2. เชื่อมโยงตัวแปรต่าง ๆ ได้
3. สามารถจัดกระทำข้อมูลที่เป็นของจริงได้โดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลในด้านการนับ การจำแนก การเรียงลำดับ การอนุรักษ์เรื่องมวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ การอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้บ้าง
4. การให้เหตุผลต้องมีสภาพของจริงประกอบ ยังอธิบายเป็นนามธรรมไม่ได้ต้องเป็นขั้นไป

ขั้นที่ 4 ขั้นใช้ความคิดเชิงนามธรรมหรือขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุระหว่าง 11 หรือ 12 ปีขึ้นไป ขั้นนี้เป็นขั้นที่คิดได้แบบผู้ใหญ่ ลักษณะที่สำคัญก็คือ

1. สามารถรับรู้เข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องอาศัยของจริง
2. รู้จักตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน รู้จักอ้างอิงของผลการทดลองเพื่อไปสนับสนุนข้อาคคเคเนที่ตังไว้ อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้
3. จำแนกวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างมีระบบ
4. จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวเกี่ยวข้องได้โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว
5. มีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้

พัฒนาการทางความคิดทั้ง 4 ขั้นของเพียเจต์ เป็นไปตามลำดับต่อเนื่องกันไม่กระโดดตามขั้น แต่อายุไม่แน่นอน ช่วงอายุที่ขี้นงไว้นแต่ละขั้นนั้น เด็กบางคนอายุถึงช่วงนั้นแต่การพัฒนาทางการคิดอาจจะเป็นขั้นอื่นก็ได้ องค์ประกอบที่จะทำให้การพัฒนาทางสติปัญญาหรือพัฒนาทางความคิด เป็นไปอย่างล่าช้าหรือรวดเร็วแตกต่างกัน ก็คือ

1. วุฒิภาวะของสมอง (Maturity of the Nervous System) หมายถึง วุฒิภาวะของระบบประสาท แสดงถึงความพร้อมที่ไม่พร้อมที่จะเรียนรู้ได้ตามลักษณะของขั้นพัฒนาการต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรม และการศึกษาที่ช่วยเร่งหรือทำให้เกิดความล่าช้าในวุฒิภาวะนั้นแตกต่างกัน

2. ประสบการณ์ทางด้านกายภาพและทางสมอง (Physical Mathematic and Logical Experiences) หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเด็ก ทำให้เด็กเกิดประสบการณ์ทั้งทางด้านกายภาพและทางสมอง ยิ่งเด็กได้รับประสบการณ์มาก มีโอกาสแตะต้อง สัมผัส เล่น พุด จินตนาการ ตั้งสมมติฐาน ทดลอง สรุปผลการทดลอง ตามลักษณะแต่ละขั้นของการพัฒนาการอย่างเหมาะสม ก็จะช่วยให้เขามีพัฒนาการเป็นอย่างสมบูรณ์หรือรวดเร็วสอดคล้องกับวุฒิภาวะแห่งตน ตรงข้ามเด็กที่ไม่ค่อยมีโอกาสได้รับประสบการณ์ดังกล่าวอาจจะก่อให้เกิดพัฒนาการที่ล่าช้าได้

3. ประสพการณ์ทางสังคม (Social Interaction and Transmission)

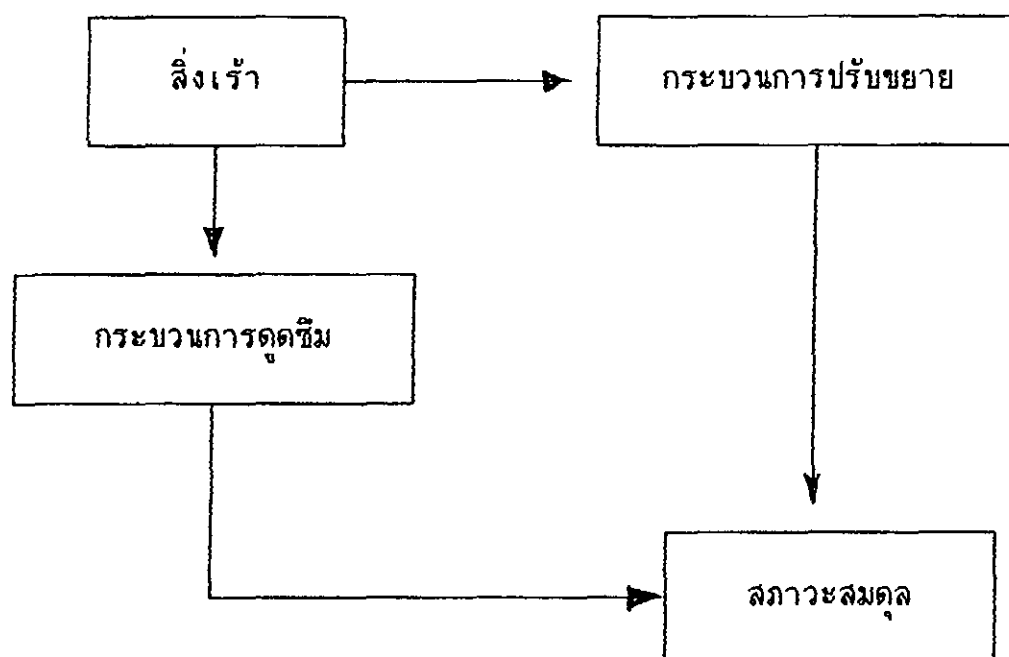
เมื่อเด็กเริ่มเล่นกับเพื่อน หรือได้พบปะสังสรรค์กับบุคคลอื่น ๆ เด็กจะมีพัฒนาการคิดจากการคิดถึงเฉพาะทางตนไปสู่การรับรู้ความคิดเห็นและเหตุผลของผู้อื่น และช่วยให้พัฒนาการสื่อความหมายให้ผู้เข้าใจด้วย นอกจากนั้นการอบรมเลี้ยงดู และช่วยให้พัฒนาการสื่อความหมายให้ผู้เข้าใจด้วย นอกจากนั้นการอบรมเลี้ยงดู ระบบการศึกษาค่านิยมและความเชื่อถือในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นมรดกทางสังคม เมื่อเด็กได้รับประสพการณ์ทางสังคมที่แตกต่างกันก็ย่อมทำให้การพัฒนาทางสติปัญญาย่อมแตกต่างกันด้วย

4. สภาวะสมดุล (Equilibration) สภาวะสมดุลย์เป็นกระบวนการที่มนุษย์ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมโดยใช้กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับขยาย (Accommodation)

กระบวนการดูดซึม เป็นกระบวนการภายในที่มนุษย์จะผสมผสานหรือรับเหตุการณ์ซึ่งเป็นสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้เข้าสู่โครงสร้างของความรู้เดิม (Schemata)

กระบวนการปรับขยาย เป็นกระบวนการปรับขยายโครงสร้างความรู้เดิมหรือสร้างเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อสอดคล้องกับสิ่งเร้า

สภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการคิดซึ่และกระบวนการไปปรับขยายสรุปเป็นภาพประกอบแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงสภาวะสมดุล

ฉะนั้นสภาวะสมดุลจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์

นักเรียนวัยประถมศึกษา ช่วงอายุ 6-12 ปี มีการพัฒนาความคิดอยู่ในขั้นที่ 2-3 และขั้น 4 ตามแนวทฤษฎีของเพียเจต์ คือ

นักเรียน ป.1-2 ช่วงอายุ 6-7-8 ปี พัฒนาการคิดอยู่ในช่วงตอนปลายของขั้นที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีรูปภาพ ของจริง นิทานประกอบโดยตรงจัดโอกาสให้คิดในลักษณะที่ไม่สลับซับซ้อน

นักเรียนชั้น ป.3-4 ช่วงอายุ 8-9-10 ปี พัฒนาการคิดอยู่ในช่วงขั้นที่ 3 กิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นรูปธรรมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จัดโอกาสให้พัฒนาความคิดเชิงเป็นเหตุผลโดยมีของจริงประกอบ

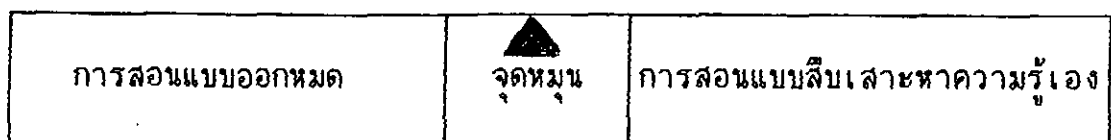
นักเรียน ป. 5-6 ช่วงอายุ 10-11-12 ปี พัฒนาความคิดในช่วงตอนปลายของขั้นที่ 3 และตอนต้นขั้นที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนยังควรเป็นรูปธรรมและจัดโอกาสให้รู้จักคิดแบบวิเคราะห์ กำหนดสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องทดสอบสมมติฐานตีความหมาย ลงข้อสรุปข้อมูล

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ช่วงอายุประมาณ 13-15-18 ปี พัฒนาการคิดในช่วงขั้นที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนเนื่องจากความเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมให้มากพัฒนาการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดตัดสินใจในการคิดสร้างสรรค์ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง
2. การพัฒนาการคิด กระทำได้โดยการจัดโอกาสให้นักเรียนได้คิดซึมและปรับขยายโครงสร้างของความคิดอยู่เสมอ
3. การจัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความคิด ควรจัดให้สอดคล้องกับขั้นของการพัฒนาการคิด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้คิด แก้ปัญหาโดยการทดลองให้เห็นจริง

2. วิธีสอนและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์

วิธีสอนและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี เช่น การบรรยาย การสาธิต การทดลอง การอภิปราย การพาไปศึกษาสถานที่ การให้ทำโครงการ การให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การให้เรียนตามแบบสำเร็จรูป การตั้งคำถาม เป็นต้น การสอนเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวคือ การสอนแบบออกหมด (Expository Oriented) กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เอง (Discovery Oriented) การสอนทั้ง 2 แนวนี้เป็นแบบปลายสุดทั้งคู่ ดังภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการสอนแบบออกหมดกับแบบสืบเสาะหาความรู้

อย่างไรก็ตามในสภาพความเป็นจริงจะไม่ค่อยพบการสอนทั้ง 2 แบบนี้ แต่จะพบวิธีสอนที่อยู่ระหว่างปลายทั้ง 2 มากกว่า

การสอนแบบออกหมดนี้เป็นการป้อนความรู้ทั้งหมดจากครูไปสู่นักเรียนโดยผ่านสื่อกลาง คำพูด เช่น การบอก การเล่าเรื่อง การบรรยาย การสรุป การอ่านหนังสือให้ฟัง การบอกให้จด นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้จากการฟังและการเขียน เป็นการละกักกันความคิดของนักเรียน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองนั้น เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วนักเรียนจะเป็นฝ่ายค้นหาคำตอบเอาเอง บทบาทของครูมีอยู่ 2 บทบาท บทบาทที่ 1 ครูกำหนดปัญหาให้แล้ว ปลอ่ยให้นักเรียนหาวิธีการไปสู่คำตอบเอาเอง มีลักษณะคล้ายการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างคนให้รู้จักคิดแก้ปัญหา แต่ต้องพิจารณาเรื่องกระบวนการจัดการอย่างเหมาะสม มิฉะนั้นนักเรียนจะเบื่อการเรียน อีกบทบาทหนึ่งครูกำหนดปัญหาให้แล้วและบอกเกณฑ์วิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา แต่ไม่กระทำให้อุการกระทำเป็นหน้าที่ของนักเรียนหรือครูกระทำการแก้ปัญหาแต่ไม่บอกกฎเกณฑ์ เป็นหน้าที่ของนักเรียนที่จะค้นหากฎเกณฑ์เอง บทบาททั้ง 2 นี้ ครูเป็นทั้งผู้แนะนำและช่วยเหลือให้เกิดการเรียนรู้จนได้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองนั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

คาร์นและซันด์ (Carin and Sund. 1985 : 97-104) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการทางสมองของตนเองค้นหาความรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing Adult) ในการแก้ปัญหาโดยตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ ในการสืบเสาะเกี่ยวกับปรากฏการณ์ความลึกลับของธรรมชาติการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากการค้นพบ (Discovery) เป็นกระบวนการทางสมองในการตัดสินใจความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับประถมศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นการค้นพบจะเป็นพื้นฐานของความรู้ที่มั่นคงในการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีการออกแบบโดยเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยที่พฤติกรรมของเด็กจะออกมาในรูปของการคิดปัญหามาเอง ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นอยู่กับสื่อต่อไปนี้คือ ระดับการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพของครู

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 1) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นการฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) ได้แก่ นักเรียน เพื่อส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายและการตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระเบียบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

นักการศึกษาของไทยหลายท่านให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ต่างกัน ดังนี้

ลวิศักดิ์ นิยมคำ (2517 : 124-125) ให้ความหมายของความสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบนี้จึงไม่ใช่เป็นการบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน แต่เป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนวางแผนการกำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเอง ในที่สุดนักเรียนจะค้นพบความรู้ตามวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้ก็ได้ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5-7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่ทำให้การเรียนสัมฤทธิ์ผล โดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ของตนเอง
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการหนึ่งที่จะให้นักเรียนคิด ทำให้เกิดพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ขึ้น

สมสุข อีระพิจิตร (2526 : 45) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจเริ่มจากการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณา โต้ถาม หรือสอบถามหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่มุมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเรื่องนั้น ๆ โดยตรงหรือทำการทดลอง เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามนั้น

ฉวีวรรณ กินวงศ์ (2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ วิธีการโต้ถามหรือการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

เสริมศรี เสวตามร และสาสิ งามศิริ (2521 : 73) กล่าวว่า หลักการของการสืบเสาะหาความรู้ นั้น เน้นฝึกให้นักเรียนคิดค้นด้วยตนเองแต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามคำถามหรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขันใจสงสัยเสียก่อน

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 63) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้หรือหาความจริงด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนวางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 2) กล่าวว่า ความมุ่งหมายของหลักการของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงความคิดในการค้นหาสาเหตุจากแบบมิติเดียวมาเป็นหลายมิติการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่การทดลองในรูปแบบการคิดตอบอย่างมีเหตุผล

ธีระชัย ปุณณโชติ (2516 : 46) ให้ความเห็นว่า ความมุ่งหมายของวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติจริงในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ

จึงอาจสรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การแสดงให้เห็นความความคิดรวบยอดของข้อสรุปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน การสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนแสวงหาแนวทางพัฒนาตนเองให้เป็นที่รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาดและเป็นอิสระสามารถใช้วิธีการที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยการค้นพบคำตอบด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือการตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิด

นอกจากนั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็นแนวทาง ดังนี้

สวัณก์ นิยมคำ (2517 : 125) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูปการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล
4. ให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟเสนอข้อมูล
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาและร่วมกันอภิปราย

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105-110) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลัก ข้อมูลอาจหาได้จาก 3 แหล่ง คือ จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลอง หรือจากการรวบรวมมาจากอื่น เช่น เอกสาร หรือบุคคล การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่กำหนดให้

วิธีที่ 3 ครุสาธิต และให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 เป็นวิธีการที่ได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

2. ขั้นสรุปเป็นความรู้ใหม่ (Invention) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหรือจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีความพอที่จะตีความหมายหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของความคิดรวบยอดหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Application) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือนำความรู้ที่ได้ไปเป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ หรือนำไปพยากรณ์ เพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้ได้

อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางแนวทางการสอนเป็น 3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณากิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การอภิปรายและการทดลอง ขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ (เพรตนิ ภวภูตานนท์. 2528 : 34)

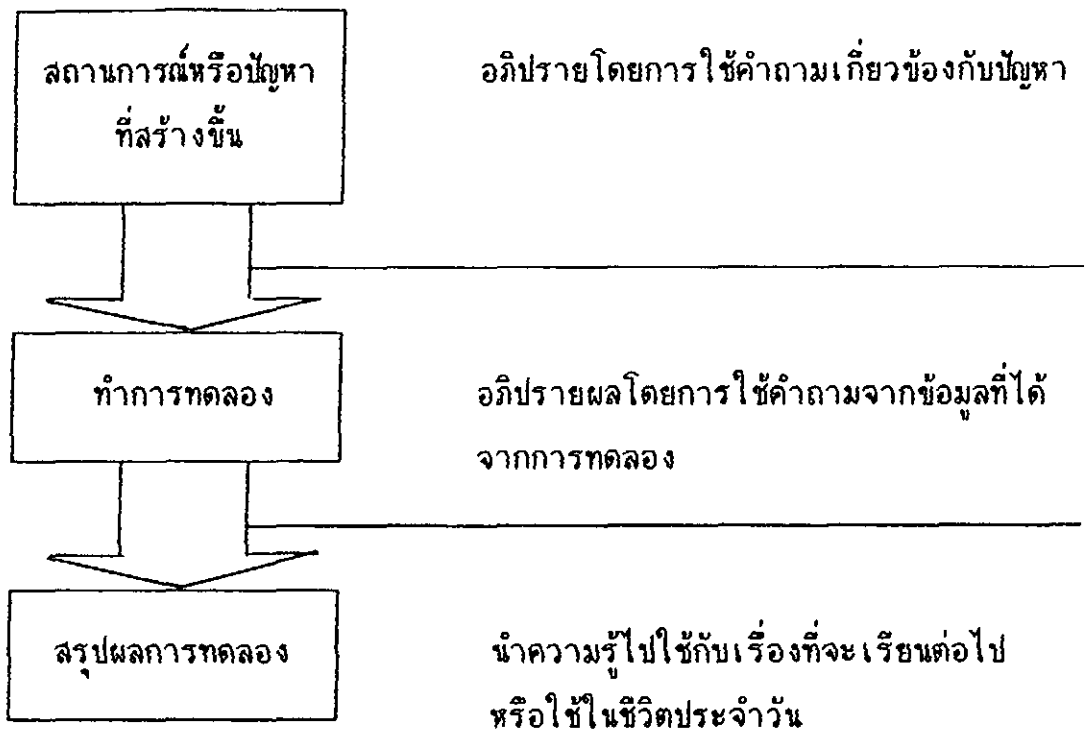
1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนคิดตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้จะเป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นแม้ว่าการทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม บางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในครั้งนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มืออยู่ก่อนมาอภิปรายสรุป หรือจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ครูพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป หรือแนวคิด หลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น

จะเห็นว่าขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคล้ายคลึงกัน คือ ขั้นตอนการตั้งที่เป็นปัญหา ขั้นทำการทดลอง และขั้นสรุปผลแก้ปัญหา นำผลที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน จะมีส่วนแตกต่างกันปลีกย่อยเท่านั้น นอกจากนั้นจะเห็นว่าคำถามเป็นส่วนสำคัญในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนที่ดีจะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนจึงควรที่จะมีการนำเข้าสู่บทเรียนทุกครั้งของการสอน การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่มุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายและการทดลอง เพราะเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดเห็นของตนเองยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่มเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นภาพประกอบได้ดังนี้ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-117)



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมการอธิบายนำเข้าสู่การทดลองและการอธิบาย เพื่อสรุปผลการทดลอง ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอธิบายซักถาม นักเรียนอาจใช้คำถามครูหรือคำถามนักเรียนด้วยตนเองได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไปหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

จึงสรุปขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังต่อไปนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย.

2525 : 118-119)

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในลักษณะที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็นแก้ปัญหาเป็น ซึ่งควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงเข้าสู่การทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา โดยการใช้คำถามที่อาศัยสถานการณ์หรือปัญหาหลัก และควรจะเป็นชุดของคำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน สามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบและเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองต่อไปนี้

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ เป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลองในประเด็นต่าง ๆ คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน และนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการทดลอง

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง บันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง เป็นการใช้คำถามที่อาศัยข้อมูลจากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลองหรือตอบปัญหาข้างต้น และเป็นคำถามที่ถามเพื่อฝึกให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

จากการศึกษากระบวนการการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามีหลักการสำคัญคล้ายคลึงกันอยู่ คือ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และการตั้งปัญหาหรือคำถาม (พรวิภา พลูเกษ. 2524 : 21) โดยมุ่งให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีความขອງใจสงสัย ช่างคิดหาเหตุผล ค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาด้วยตนเอง (เสริมศรี เสวตามร และสาลี งามศิริ. 2521 : 69) ทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำไปสู่การสรุปผลเพื่อแก้ปัญหาทั้งยังนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีกิจกรรมใหญ่ที่เป็นหลัก 2 อย่าง คือ การทดลองและการอภิปรายที่ใช้คำถามเป็นหลัก จึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น

ในการปฏิบัติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบผสมผสานเพียงแต่เน้นการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ และให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้จัดสถานการณ์ หรือผู้ชี้แนะและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ที่พึงประสงค์ดังนี้

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 3-6) แบ่งลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับที่ 1 ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และมีความเห็นว่า การที่จะให้นักเรียนรู้เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ได้ดีต้องให้นักเรียนมีความรับผิดชอบที่จะศึกษาค้นคว้าเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง ครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการค้นคว้าและการสอนแก้ปัญหาของนักเรียน การให้นักเรียนค้นคว้าและเก็บข้อมูลเองเป็นการพัฒนาความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนนั่นเอง

2. ระดับที่ 2 การขยายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการด้วยการตั้งคำถามในขั้นต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูล ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์และสรุปปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่

จากลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นว่าสิ่งแรกที่จะต้องกระทำก่อนที่จะดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามในขั้นต่าง ๆ ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ คือ การฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการที่นักเรียนพัฒนาจนบรรลุถึงความมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้นั้น บรรยากาศของห้องเรียนก็มีส่วนสำคัญที่จะสนับสนุนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปรายมีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการดึงความสนใจในการคิดของนักเรียนให้เป็นไปอย่างมีเหตุผล (เสริมศรี เสวตามร และสาสี งามศิริ. 2521 : 96)

กิจกรรมที่จัดในห้องเรียนสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดต่อ หรือทำการค้นคว้าต่อไปจนจบ (Open-Ended Experiment) ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลอง ควรเป็นคำถามชนิดกว้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบถ้านักเรียนสามารถเป็นผู้เลือกเนื้อหาได้เองก็คงจะเป็นการสอนที่ถูกเป้าประสงค์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นอย่างดี

2. โดยทั่วไปนักเรียนไม่ทราบคำตอบหรือผลลัพธ์ก่อนการทดลอง เพราะวิธีสอนแบบนี้ต้องให้นักเรียนได้คิดหรือฝึกฝนทักษะทางการสังเกต และสรุปผลของการสังเกตเอง

3. ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการที่จะอ่าน แปลความหมาย หรือ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มามากกว่าเดิม ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตามระดับความสามารถ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับที่ต่างกัน ทั้งนี้เพื่อคำตอบที่ได้มาหลายแง่จะช่วยให้นักเรียนตั้งเป็นกฎเกณฑ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลองหรือการอภิปรายต่อไป

4. ในบางบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองอาจไม่เหมือนกัน เพราะต่างคนต่างทดลองด้วยเครื่องมือคนละชนิดหรือคนละขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากนักเรียนทุกคนจะเป็นข้อมูลของนักเรียนทั้งห้อง ซึ่งอาจนำมาเขียนกราฟ เพื่อใช้ทำนายในส่วนที่ได้กำหนดไว้ในบททดลอง

5. การทดลองบางการทดลองสามารถกระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่มในตัวนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนำไปค้นคว้าต่อไปได้

6. ในการทดลองบางการทดลองจะเห็นว่า คำถามหลายข้ออาจหาคำตอบได้จากการทดลองเพียงการทดลองเดียว หรือคำถามข้อเดียวอาจหาคำตอบได้จากการทดลองหลายการทดลอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมองเห็นปัญหาของแต่ละคน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6-7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาบทเรียน ควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมมือในการอภิปราย โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจขึ้น

3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่าตอบคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังศึกษาอยู่สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นครูควรหยิบยกมาอภิปรายภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้นอาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า ครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรได้ค้นคว้าหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะเชื่อถือได้ ควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจเพียงพอ จึงค่อยสรุป

7. ครูอาจนำเอาการสอนแบบอื่นมาใช้ด้วย เช่น การสาธิต หรือการอภิปรายเพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นและในโอกาสที่เหมาะสมในเมื่อวิธีการเหล่านั้นจะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนั้น ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการ จึงจะทำให้การดำเนินการตามบทบาทของครูในการสอนประสบความสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็น แสดงในตาราง 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2519 : 4-5)

ตาราง 1 แสดงสมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็นของ สสวท.

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจปัญหา อยากรู้อยากเห็นในคำตอบ เกิดความ สงสัย อยากรู้คำตอบ 2. ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหา 3. เมื่อนักเรียนคิดคำตอบได้ครูไม่ใช่เป็น ผู้ตอบโดยตรงแต่เป็นผู้ยื้อคำถามของ นักเรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียน คิดต่อโดยการถามย้อนหรือชักชวน ไล่เลียงให้นักเรียนคิดลึกซึ้ง ละเอียด ขึ้นในลักษณะที่วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏสามารถสื่อ ความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ อย่างชัดเจน	1. การชักจูง (โดยการถาม การสร้าง สถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวนให้ คิดสงสัย) 2. การใช้คำถามตามลำดับความคิดของ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐาน ให้ออกแบบ การทดลองและควบคุมตัวแปร ให้นำ ความรู้ไปใช้) 3. การตอบคำถามโดยการย้อนกลับหรือชักชวน (ถามให้ใจความชัดเจน ให้อธิบายความ ให้แสดงเหตุผล ให้แสดงหลักฐาน)

ตาราง 1 (ต่อ)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียนและนักเรียนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป โดยที่นักเรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีที่นักเรียนคิดต่อและฟังความเห็นของผู้อื่น	4. การเสริมแรง (โดยการใช้วาจาหรือท่าทาง แสดงการยอมรับการกระทำของนักเรียน กล่าวชม การแสดงความสนใจกระตือรือร้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเสริมสิ่งที่นักเรียนกำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง)
5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือเป็นไปได้คำตอบที่นักเรียนใช้เกณฑ์ที่วางไว้ใช้ตัดสิน นักเรียนมีความรู้สึกว่าการตอบโดยของนักเรียนเองได้รับความสนใจ นักเรียนอยากจะตอบคำถามจากความคิดประสบการณ์และความรู้สึกของตนเองโดยไม่กลัวผิดไม่ต้องกังวลว่าจะตอบถูกต้องกับตำราหรือไม่ อยากคิดกว้างขวางขึ้น อยากคิดอะไรใหม่ มีความคิดสร้างสรรค์รู้จักตัดสินใจ	5. การใช้คำถามแบบกว้างๆ มีคำตอบได้หลายอย่าง และที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือวางไว้ตัดสินใจการตอบ

ตาราง 1 (ต่อ)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
6. ครูพยายามให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเองได้มีส่วนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถามคำถามครูเป็นผู้เสนอความคิดเป็นผู้เลือกเนื้อหา เป็นผู้เป็นผู้ตัดสินใจ นักเรียนรู้สึกว่ายากนั้นเป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนก็อยากแก้ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	6. การเสริมแรง
7. ครูใช้เวลาในการคิดของนักเรียน (เวลาที่สูญเสียไป อาจได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนได้รู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาดีขึ้นและเก็บสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)	7. การรอคำตอบโดยให้เวลาคิดพอสมควร

บทบาทของนักเรียนในการเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6-7) ได้เสนอ

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง
2. ให้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างอิสระและมีเหตุผล
4. คิดตามและทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง

5. พุด ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเนื้อหาหรือตัวความรู้ และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ซึ่งประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแล้ว เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นตรงกับเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะต้องให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

บังอร ศิลปะชัย (2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนภูวนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 90 คน โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบบอกให้รู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนสืบเสาะหาความรู้กับวิธีบอกให้รู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พรวิภา พลูเกษ (2524 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .341$)

ปรีชา กล้ารัศมี (2526 : 73-74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยา อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลองผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด ด้านการแบ่งประเภท ด้านความสัมพันธ์ทางทฤษฎี และความคงทนในการเรียนทั้ง 3 ด้าน ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86-87) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานูมิ" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน พบว่ากลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมสมัย สมทรัพย์ (2529 : 103-104) ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดย กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถาม แบบแคบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

✓ นิตยา กิจโร (2530 : 101-102) ได้กำหนดการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครู ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ จำนวน 78 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

ซุคแมน (Suchman, 1966 : 69) ทำการศึกษาโดยการทดลองสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาและการวางแผนการอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุ ให้รู้จักการรวบรวมและจัดระเบียบ (Organize) ด้วยตัวแปรต่าง ๆ และทดสอบสมมติฐานด้วยการถามคำถามเปรียบเทียบความเข้าใจ ความรู้ทางฟิสิกส์และการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองถามคำถามชนิดต่าง ๆ ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่พบความ แตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง

เมเยอร์ (Mayer. 1969 : 451-453) ทำการศึกษาโดยได้ทำการสอน นักศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด (Invitation to inquiry) กับวิธีการสอนแบบธรรมดา (Simple inquiry) ภายหลังการสอน ปรากฏว่า กลุ่มที่สอนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด กับกลุ่มที่สอน ด้วยวิธีธรรมดา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน

โคลีเบล (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทดลองสอนโดยเน้นทักษะขั้นต้น ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการ สืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้น ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ การสอน 3 วิธีคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry Approach) การสอนปกติ (Traditional Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดย การสอนกลุ่มควบคุมตามปกติ กลุ่มที่ 1 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1976 : 4146-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนชี้แนะแนวทางกับการสอนแบบบอกความรู้ตามตำรา (Expository-Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อ วิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 51 คนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง และ กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบบอกความรู้ตามตำรา ผลปรากฏว่า นักเรียน กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ .01

วิลเลียม (William. 1981 : 1615-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน การสอนเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา

24 สัปดาห์ ผลจากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาผลการวิจัยสรุปได้ว่า จุดสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั่นก็คือการให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนจัดเตรียมกิจกรรม สถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการแสวงหาความรู้ความจริงนั้น ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า ถ้าได้มีการส่งเสริมสนับสนุนจากครูผู้สอนอย่างแท้จริงแล้วย่อมจะก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ครูจึงควรที่จะเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มาใช้เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเกมและเกมวิทยาศาสตร์

เกมเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มมีใน พ.ศ. 2500 โดยมีนักการศึกษาดัดแปลงขึ้นมาจากเกมสงคราม (War game) และได้มีการพัฒนาแพร่หลายอย่างรวดเร็ว (วนา ชลประเวศ. 2526 : 13) โดยเฉพาะสาขาวิชาธุรกิจ และการจัดการ ในการเล่นเกมได้พัฒนาขึ้นจากเกมที่ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น ดินสอกระดาน จนกระทั่งเกมที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ได้มีผู้ให้ความหมายของเกมไว้ดังนี้

เกม หมายถึง กิจกรรมการแข่งขันที่สนุกสนาน มีกฎเกณฑ์ กติกา กิจกรรมที่เล่นมีทั้งเกมที่เงียบ (Quiet Games) และเกมที่ต้องใช้ความว่องไว (Active game) เกมต่าง ๆ เหล่านี้ขึ้นอยู่กับทักษะ ความว่องไว และความแข็งแรง การเล่นเกมมีทั้งเล่นคนเดียวและเล่นเป็นกลุ่ม บางเกมกระตุ้นการทำงานของร่างกายและสมอง บางเกมก็ฝึกทักษะบางส่วนของร่างกายเป็นพิเศษ (New Standard Encyclopedia. 1969 : G-2)

เกม คือ กิจกรรมอย่างหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยกติกา (กฎ) ผู้เล่นและการแข่งขัน การเล่นจะแพ้หรือชนะขึ้นอยู่กับจังหวะโอกาส และทักษะของผู้เล่นเอง (สุนันท์ สังข์อ่อง. 2533 : 2)

เกม เป็นกิจกรรม ซึ่งมีกติกาการบังคับอยู่ และเป็นกติกาที่ใช้เป็นวิธีประเมินความสำเร็จในการเล่นของผู้เล่นได้ (ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. 2535 : 20)

เกม คือ กิจกรรมการเล่นที่มีกฎเกณฑ์และกติกาที่ผู้เล่นจะต้องปฏิบัติตามเมื่อสิ้นสุดการเล่นจะมีการประเมินผลสำเร็จตามกติกา หรือกฎเกณฑ์ หรืออาจมีการตัดสินแพ้ชนะการเล่นอาจเล่นคนเดียวหรือตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยมีอุปกรณ์การเล่นหรือไม่ก็ได้ โดยสรุปคุณลักษณะของเกมได้ดังนี้ มีจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละเกม มีกติกาหรือกฎเกณฑ์ และเกมต้องมีการเริ่มต้นและสิ้นสุด (ละดา ดอนหงษา. 2531 : 20-21)

เกมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรม ซึ่งมีกติกาบังคับและกติกานั้นใช้วิธีประเมินความสำเร็จในการเล่น และสามารถสอนแนวคิดหลังการทางวิทยาศาสตร์ ความจริงเจตคติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. 2535 : 21)

เกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมใด ๆ ที่ผู้เล่นต้องเล่นตามกฎ กติกาที่กำหนดไว้ และจะต้องเป็นการเล่นที่ผู้เล่นได้เรียนรู้ กฎเกณฑ์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นจะมีการประเมินผลสำเร็จของผู้เล่น การเล่นเกมทางวิทยาศาสตร์อาจมีการแข่งขันแพ้ชนะหรือไม่ก็ได้ (พรเพ็ญ หลักคำ. 2535 : 13)

ดังนั้น เกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเล่นที่ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน มีกฎกติกาที่ผู้เล่นจะต้องปฏิบัติตาม และผู้เล่นได้เรียนรู้ความจริง กฎเกณฑ์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของเกมประกอบการสอน

เกม เป็นโครงสร้างของกิจกรรม ซึ่งกำหนดกฎเกณฑ์ในการเล่นอาจมีผู้เล่น 2 คนหรือมากกว่า 2 คน เล่นเพื่อบรรลุ ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน อาจทำได้หลายวิธีคือ เป็นวิธีการสอน นำเข้าสู่บทเรียน

เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนและเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเล่นในเวลาว่างเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ (Reese. 1977 : 19)

เกม คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งซึ่งประกอบกติกา (กฎ) ผู้เล่นและการแข่งขันการเล่นเกมจะชนะหรือแพ้ขึ้นอยู่กับจังหวะและโอกาสและทักษะของผู้เล่นเอง การให้เกมประกอบการเรียนการสอนนั้นสามารถใช้ได้กับเด็กทุกวัย แต่สิ่งที่ควรระวัง คือ เกมนั้นควรเหมาะสมกับความสามารถและวัยของเด็ก (สุนันท์ สัจจ่อ. 2533 : 2)

จากความหมายของเกมประกอบการสอน สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่กำหนดกติกาเล่น มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน วิธีการเล่นโดยจัดสภาพแวดล้อมให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเล่นเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ช่วยในการฝึกทักษะและช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ในบทเรียนได้ดีและพัฒนาการคิดของนักเรียน

ประโยชน์ของการใช้เกมประกอบการสอน

อัจฉรา ชิวพันธ์ (2523 : 3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เกมประกอบการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดพัฒนาการทางด้านความคิด
2. ช่วยในการฝึกทักษะภาษา
3. ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของแต่ละคนออกมา
4. ช่วยในการประเมินผลการเรียน
5. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลิน
6. ช่วยจูงใจและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน
7. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามัคคี รู้จักเอื้อเฟื้อช่วยเหลือกัน
8. ช่วยฝึกความรับผิดชอบ รู้จักปฏิบัติตามกฎเกณฑ์
9. ช่วยให้เห็นพฤติกรรมของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
10. ให้เป็นกิจกรรมในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นสอน และชั้นสรุปผล

เช่นเดียวกับ สุนันท์ สัจจ่อ (2535 : 3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เกมประกอบการสอนไว้ดังนี้

1. เกมทำให้สภาพจำแนกของห้องเรียนเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นสนุกสนาน
2. เกมทำให้นักเรียนผลิตเพลินสนุกสนาน
3. เกมช่วยจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
4. เกมช่วยให้นักเรียนที่ได้สนใจได้มีส่วนร่วมในการเรียนนอกจากนี้เกมยังให้ประโยชน์และคุณค่าในด้านอื่น ๆ อีกดังนี้

1. เกมช่วยให้กระบวนการการเรียนการสอน บรรลุวัตถุประสงค์เชิงจิตพิสัย
2. ลักษณะที่เหมือนจริงและสัมพันธ์กันของเกม ช่วยจูงใจให้นักเรียนอยากเรียน
3. เกมใช้ประโยชน์ในชั้นเรียน ซึ่งมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่าง ๆ กันได้
4. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
5. เกมใช้ในการบททวนบทเรียนได้อีกด้วย

การแบ่งประเภทของเกมเพื่อการศึกษา

เกมอาจแบ่งได้หลายลักษณะของเนื้อหาและรูปแบบ ทั้งยังแตกต่างกันไปตามวัยของเด็กดังนี้ (ณวิวรรณ จิงเจริญ. 2526)

1. เกมการเล่นเพื่อฝึกความพร้อมของเด็กก่อนวัยเรียน

เกมการเล่นประเภทนี้เพื่อมุ่งไปสู่กระบวนการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของเด็กทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม เรียกว่า การเล่นเกมเพื่อฝึกความพร้อมและเตรียมเด็กที่จะไปเรียนในระดับประถม เป็นการเตรียมความพร้อมให้เด็กได้ฝึกทักษะเป็นขั้น ๆ ไปตามความสามารถ ของเด็กแต่ละคน

2. เกมจำแนกตามลักษณะ โดยแบ่งเป็น Instructional and Simulation game

Instructional game เป็นกิจกรรมการเล่นที่มีกติกากำหนดไว้พร้อมและจากกติกาตัวเอง ทำให้ผู้เล่นประเมินผลได้ว่าประสบความสำเร็จในการเล่นเพียงใด นอกจากนี้ ยังสามารถสอน ความคิดรวบยอด หลักการ ทักษะและเจตคติให้กับผู้เล่น

Simulation game เป็นกิจกรรมที่มีกติกาเป็นการจัดกิจกรรมให้กับผู้เล่นที่เลียนแบบสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อาจเรียกว่า เกมสถานการณ์ จำลองสำหรับเกมนี้ผู้เล่นจะแสดงบทบาทสมมติ เช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ๆ

3. เกมการเล่นเพื่อประกอบการสอน แบ่งตามการสอนเนื้อหาวิชาแต่ละวิชาโดยควรนำวิธีการเล่นประเภทต่าง ๆ มาใช้สอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการกระทำ เช่น

3.1 เกมการเล่นในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเพื่่อมุ่งฝึกในแต่ละทักษะทางคณิตศาสตร์

3.2 เกมการเล่นในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นเรียนเพื่่อมุ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 เกมการเล่นในวิชาด้านภาษา เพื่่อมุ่งฝึกทักษะทางภาษา โดยอาจมีสื่ออุปกรณ์ประกอบด้วย แล้วแต่วัตถุประสงค์ของเกมแต่ละเกมที่จะกำหนด

3.4 เกมการเล่นในวิชาสังคม เป็นการแสดงบทบาทสมมติ การเล่นเกมละคร

เหตุผลในการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นแต่เพียงเนื้อหาอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้การเรียนการสอนนั้นประสบผลสำเร็จบรรลุจุดมุ่งหมายของรายวิชาได้ ฉะนั้นครูจะต้องคำนึงถึง องค์ประกอบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสอนให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักการแก้ปัญหา และรู้จัดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ บรรยากาศในการเรียน ควรทำให้บรรยากาศสนุกสนานเป็นกันเอง อันจะก่อให้เกิดความสุขแก่นักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และการเรียนการสอนก็จะดำเนินไปอย่างราบรื่น อันจะนำไปสู่ความสำเร็จตามจุดหมายได้

กิจกรรมอย่างหนึ่งที่ครูสามารถนำไปจัดให้นักเรียน เพื่อให้เป็นการเสริมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ก็คือเกมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะให้ประโยชน์และคุณค่ามากดังจะสรุปได้ ดังนี้ สุนันท์ ลังช่ออ่อง (2533 : 3) และลัดดาวัลย์ กัณห์สุวรรณ (2535 : 28)

1. เกมต่าง ๆ สามารถสอนเกี่ยวกับความจริง และให้ความรู้ได้เช่นเดียวกับ เทคนิคการสอนแบบอื่น ๆ
2. เกมฝึกให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจ ทั้งยังช่วยให้เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหา
3. เกมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและจำบทเรียนได้ดีขึ้น
4. เกมทำให้ผู้เรียนผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน และกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์
5. เกมมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีสอนวิธีอื่น ๆ คือ ความสนุก ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีผลการเรียนไม่ค่อยดีนักเกมจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเหล่านี้สนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้นหรือจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ

เกมที่น่าสนใจประกอบการสอนพอสรุปได้ 2 ประเภท คือ เกมที่ต้องใช้อุปกรณ์ ประกอบการเล่น เช่น เกมคอมพิวเตอร์ เกมโก่ เกมพิงโก เกมโดมิโน เกมกระดาน ปริศนาอักษรไขว้ เป็นต้น และเกมที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบการเล่น เช่น เกมใบ้คำ เกมจินตนาการ เกมตอบปัญหา เป็นต้น

การนำเกมเข้ามามีใช้ประกอบการสอน (สุนันท์ ลังช่ออ่อง. 2533 : 4) กล่าวไว้ดังนี้

1. ใช้ในชั่วโมงเรียน อาจใช้ในช่วงนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา นั้น ๆ จากนั้นครูจึงสอนบทเรียน ซึ่งวิธีนี้จะเป็นการดึงดูดความสนใจและ สร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน หรือจะใช้ในช่วงสรุป เพื่อทบทวนความรู้ความ เข้าใจของนักเรียน หลังเรียนจบบทเรียนแล้วก็ได้

2. ให้นอกเหนือจากชั่วโมงเรียน โดยอาจจัดเป็นห้องที่รวบรวมเกมต่าง ๆ ไว้ให้นักเรียนเล่นตามความสนใจ

บทบาทของครูในการจัดให้นักเรียนเล่นเกม

การจัดให้นักเรียนเล่นเกมนั้น ครูควรศึกษาบทบาทของตนเองให้เข้าใจ ครูมีบทบาทแต่เพียงเป็นผู้เตรียมการและผู้แนะนำ ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพและการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเล่น เกม แต่ละครั้งให้เรียบร้อยก่อนที่จะให้นักเรียนเล่น
2. จัดระบบ กติกาการเล่นในแต่ละครั้ง แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบให้แน่ชัดว่า เกมแต่ละชนิดจะให้เล่นละกี่คน และให้เล่นอย่างไร
3. ตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบการเล่นให้ครบ
4. ทำความเข้าใจในกติกาเสียก่อน
5. ทดลองเล่นเกม ก่อนจะนำไปให้นักเรียนเล่น เพื่อที่จะได้คำแนะนำ ได้ถูกต้องและรวดเร็ว
6. ขณะที่นักเรียนเล่น ครูเป็นผู้ดูแลแนะนำเมื่อมีปัญหาหรืออาจเป็นกรรมการในการแข่งขัน หรือให้นักเรียนเป็นกรรมการตัดสินเอง
7. ครูต้องกำหนดเวลาในการเล่น และชี้แจงกติกาให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจนก่อนลงมือเล่นทุกครั้ง
8. ครูควรถือโอกาสฝึกระเบียบ วินัย และความรับผิดชอบให้นักเรียนด้วย คือทุกคนจะต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับทุกประการ และจัดเก็บของเข้าที่ให้เรียบร้อย เมื่อเล่นเสร็จทุกครั้ง
9. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ดีให้กับนักเรียนขณะเล่นเกม เพื่อสร้างความมั่นใจในการเล่นของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในขณะที่เล่นเกม

นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของตนเอง ดังนี้

1. ปฏิบัติตามกฎ กติกา การเล่น
2. รับผิดชอบต่อการเล่นคือ เมื่อเล่นแล้วต้องเก็บให้เรียบร้อย
3. มีส่วนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น
4. รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม เมื่อมีการแสดงความคิดเห็น
5. ไม่เยาะเย้ยผู้เล่นแพ้ หรือล้อเลียนผู้ชนะ อีกทั้งไม่ขัดขวางหรือรบกวนผู้อื่น

การประเมินผลหลังการเล่น

ครูควรได้ประเมินประสิทธิภาพของเกมและนักเรียนประสพผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยวิธีการอภิปรายตอบคำถาม ซึ่งจะประเมินได้ดังนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากเกมเล่นบ้าง
2. นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง
3. นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อการเล่นเกมแต่ละครั้ง
4. เกมที่ผลิตขึ้นมีอะไรขาดตกบกพร่อง ซึ่งจะต้องแก้ไขอะไรบ้าง

การออกแบบสร้างเกมเพื่อการสอนวิทยาศาสตร์

ในการออกแบบสร้างเกมเพื่อการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (G.S.Son Morris, 1976 : 13)

1. คำชี้แจงทั่วไป
2. ระบุผู้เรียน
3. วัตถุประสงค์
4. อุปกรณ์
5. พื้นฐานของผู้เรียน
6. วิธีการเล่น
7. เวลาที่ใช้ในการเล่น
8. แบบฝึกประกอบการเล่นเกม
9. ระบุพฤติกรรม
10. ระบุที่มาของเกม

ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบสร้างเกมเพื่อการสอนวิทยาศาสตร์ของ

สุนันท์ ลังข่อง (2533 : 7) ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. จุดมุ่งหมายของเกมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
2. จะสร้างเกมเป็นรูปแบบใด เช่น เกมกระดาน บัตรเกม ฯลฯ
3. คำนึงถึงผู้เล่นว่าควรเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย หรือรายบุคคล
4. เนื้อหาของเกมควรเกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์

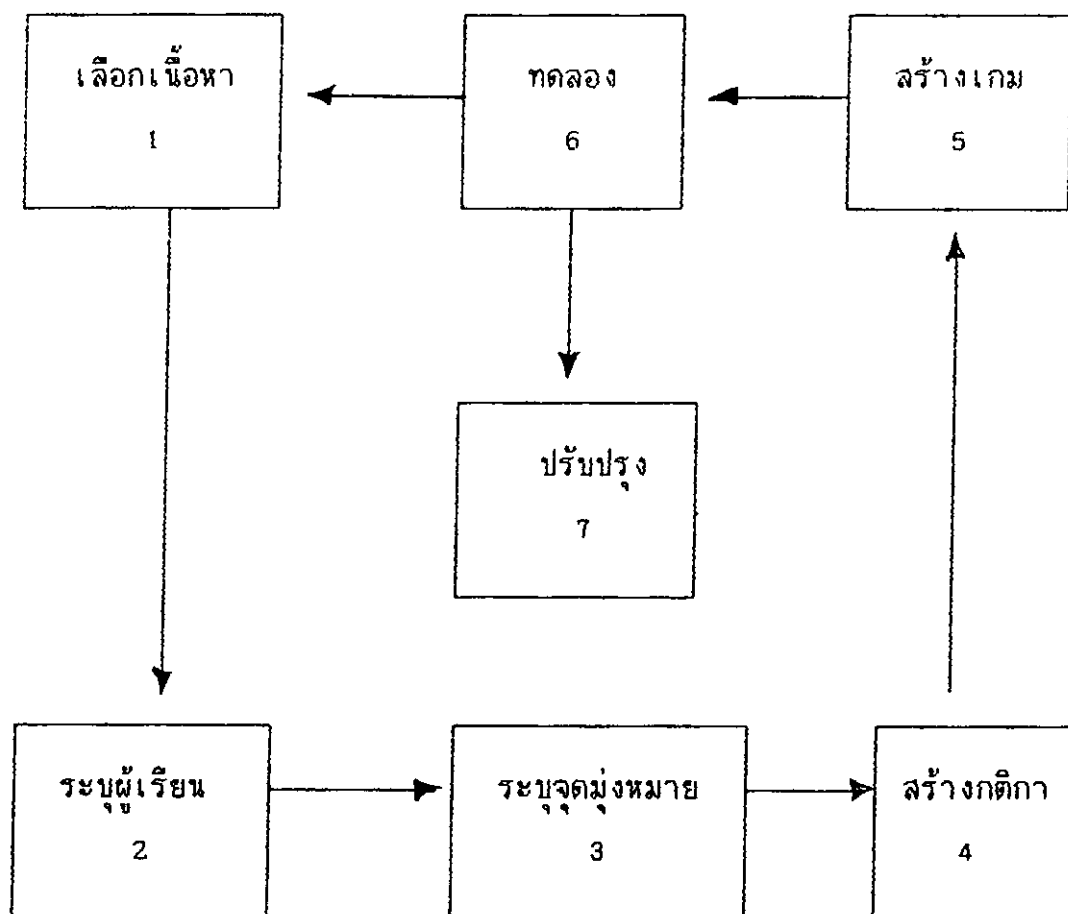
5. เกมนั้นจะต้องเหมาะสมกับสถานที่ในการเล่น
6. คำนี้ถึงผู้เล่นว่าควรมีทักษะพื้นฐานความรู้ใดบ้างที่จำเป็นต้องรู้ก่อนเล่นเกม

ขั้นตอนการออกแบบสร้างเกม

ขั้นตอนในการออกแบบสร้างเกม (สุนันท์ สังข์อ่อง. 2533 : 8) มีดังนี้

1. เลือกเนื้อหา
2. ระบุผู้เรียน
3. ระบุจุดมุ่งหมาย
4. สร้างกติกา วิธีเล่น การให้คะแนน
5. สร้างเกม
6. ทดลอง
7. ปรับปรุง

การออกแบบสร้างเกมนั้นจัดทำเป็นระบบดังภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการออกแบบเกมเพื่อการสอน

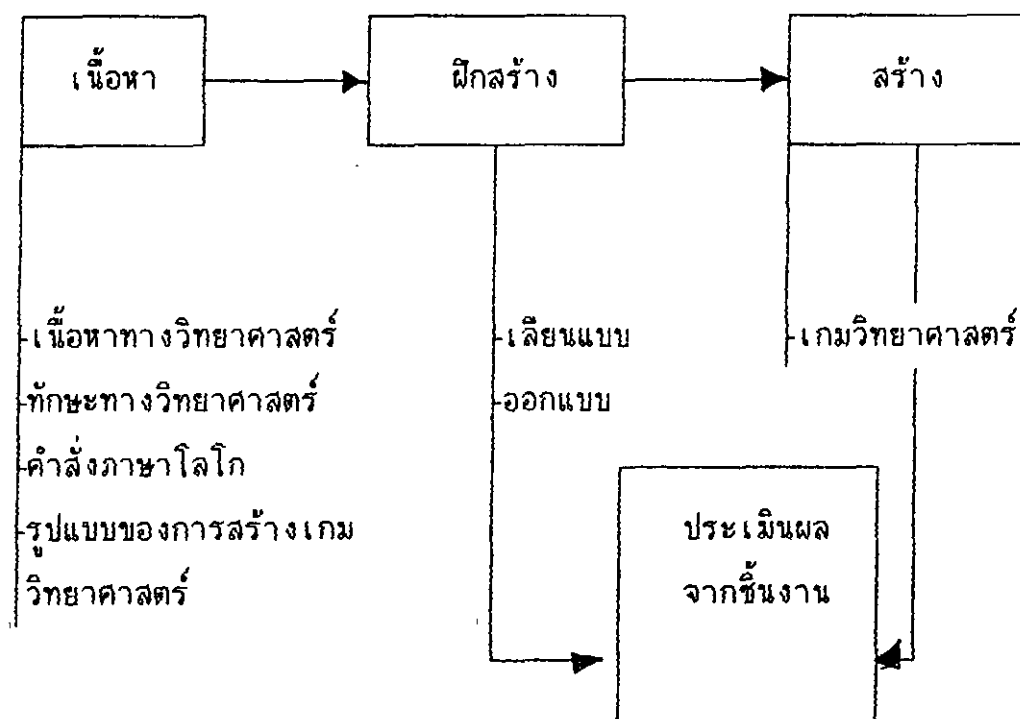
ข้อจำกัดในการใช้เกมประกอบการสอน (สุนันท์ สังข์อ่อง. 2533 : 9)

นวัตกรรมต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนย่อมมีขีดจำกัดในการใช้แต่ละเนื้อหาที่เหมาะสมและคุ้มค่า เช่นเดียวกับการใช้เกมประกอบการสอนซึ่งก่อให้เกิดปัญหาได้

1. การที่กระตุนนักเรียนมากเกินไป เช่น การใช้รางวัลแก่ผู้ชนะ นักเรียนที่แพ้จะรู้สึกต่ำต้อย ซึ่งจะมีผลต่อการเรียนของนักเรียน

2. เกมบางอย่าง ไม่สามารถให้นักเรียนเล่นได้ทุกคน ทำให้นักเรียนต้องออกไปจากการเล่น และอาจส่งเสียงรบกวนในขณะที่การเล่นดำเนินการอยู่

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการสร้างเกมโดยกำหนดให้มี 3 ขั้นตอน ดังภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงรูปแบบการสร้างเกม

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นการให้เนื้อหาใน 3 ด้าน เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำสั่งภาษาโลโกพร้อมทั้งรูปแบบการสร้างเกม วิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ฝึกสร้าง โดยให้สร้างเลียนแบบสิ่งที่กำหนดให้ และให้อิสระในการคิดสร้างเองตามความสามารถของนักเรียน

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นสร้าง ซึ่งจะเป็นขั้นที่นักเรียนได้ กำหนดเนื้อหา กำหนดระเบียบวิธีการเล่น กติกาต่าง ๆ และสร้างเกมวิทยาศาสตร์ ตามลำดับของเนื้อหาที่ครูผู้ให้ได้ให้ไป

3. เกมบางอย่างที่ดัดแปลงมาจากของเดิมอาจบิดเบือนไปจากสภาพความเป็นจริงและส่งเสริมค่านิยมที่ผิด

ดังนั้นในการดำเนินกิจกรรมเมื่อจบเกมแล้ว ควรได้ชี้แจงให้นักเรียนได้เข้าใจถึงเหตุผลและรู้จักประเมินคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้จากเกมนั้น

ข้อจำกัดเกี่ยวกับตัวผู้เรียนซึ่งจะต้องคำนึงและแก้ไขในขณะทำการสอน

1. ถ้ามีการเล่นเป็นกลุ่ม หรือจับคู่ นักเรียนต้องมีความพร้อม จึงจะทำงานเป็นกลุ่มได้

2. นักเรียนบางคนไม่มีความรับผิดชอบ ขาดวินัย ซึ่งอาจจะมีการเล่นโกงกันได้

3. ในการแข่งขัน อาจไปขัดกับลักษณะทางคุณธรรม ทำให้เกิดความไม่สบายใจเมื่อเป็นผู้แพ้ในเกม ต้องมีการฝึกการมีน้ำใจเป็นนักกีฬาให้พร้อม รู้แพ้ รู้ชนะ รู้อภัย และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

ความเป็นไปได้ในกระบวนการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องพบปัญหาเหล่านี้ไม่มากนักน้อย จะต้องเตรียมความพร้อมให้ดีที่สุดเพื่อที่ทำให้บรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนด

งานวิจัยในประเทศ

สุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัจน์ (2521) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้เกมประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนหลายสายสามัญ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 31 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เกมประกอบการสอน กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

พเยาว์ ยินดีสุข (2523) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนบรรยายประกอบการสาธิต โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 40 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เกมประกอบการสอน กลุ่มควบคุมสอนตามวิธีสอนบรรยายประกอบการสาธิต สรุปผลงานวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนา ชลประเวส (2526 : 80) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้เกม กับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปงานวิจัยได้ว่า วิธีการสอนแบบใช้เกมให้ผลสูงกว่า วิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

จุลจักร์ โนพันธ์ (2529) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอธิบาย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองต่างกันและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรรัช ศรีสุข (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กิจกรรม เกม นิทาน และปริศนาคำถาม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้กิจกรรม กลุ่มที่ 2 ใช้กิจกรรมนิทาน กลุ่มที่ 3 ใช้กิจกรรมปริศนาคำถาม เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ด้วยรูปภาพ พบว่า นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม นิทาน และปริศนาคำถามมีความคิด ริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดละออไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนน สูงกว่าก่อนทำการสอน

พรเพ็ญ หลักคำ (2535 : 82) ศึกษาการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่น และเกมทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

จากผลงานวิจัย พบว่า เกมมีส่วนที่ได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอน ให้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการฝึกให้นักเรียนสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์กับการสอนตามแบบการสอนของ สลวท.

4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากภาษาอังกฤษว่า CAI (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI (Computer Assisted Learning) หรือ CBE (Computer Based Education) มีผู้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41-42) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอนโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอน โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชา

ทักษิณา ลวนานนท์ (2529 : 56) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอน การทบทวน การทำแบบฝึก หรือการวัดผล

บนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยมีเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะคืบหน้าขึ้น ผู้เรียน เรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับได้

เอมอร กิตติภัทเมธา (2537 : 34) สมปรารภณา วงศ์บุญหนัก (2537 : 25) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในกระบวนการเรียนการสอน โดยในที่นี้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนผู้ช่วยของครูในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเรียนให้กับนักเรียนในลักษณะของการให้ความรู้เพิ่มเติมทบทวนบทเรียนตลอดทั้งการวัดผลและให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลา

จากที่กล่าวมาขอสรุปได้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ในด้านการให้ความรู้เพิ่มเติม แบบฝึกทบทวนบทเรียน การวัดและประเมินผล ตอบสนองความต้องการของนักเรียนแต่ละคนและกลุ่มได้

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการศึกษามีหลายรูปแบบด้วยกันดังนี้
(ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 41-47 ; ทักษิณา ลวนานนท์. 2529 : 63-65 ;
ยีน กุ์วรวรรณ. 2529 : 5-7 ; ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526 : 217-219)

1. การฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practices) ส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจในบททวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะของแบบฝึกหัดที่นิยมกันมากคือการจับคู่ ซ้ำๆ ถูก-ผิด และเลือกข้อถูกจาก 3-5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยให้นักเรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียว แต่ยังช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเฝ้าคอยถามคำถามให้นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา

2. บทเรียน (Tutorial) เป็นบทเรียนคล้ายบทเรียนสำเร็จรูป โดยจัดเนื้อหาเป็นระบบ และเรียงกันไปนักเรียนจะศึกษาตามลำดับที่ครูเป็นผู้จัดโปรแกรมไว้ ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถทำหน้าที่เป็นผู้สอนได้เป็นอย่างดี สามารถเสริมแรง เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาความก้าวหน้าในกระบวนการเรียนการสอนของผู้เรียนได้ด้วย การสอนด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการสอนแนวคิดใหม่ ๆ หรือความคิดรวบยอดบางประการแก่เด็ก

3. การจำลองแบบ (Simulation) ให้บางบทเรียน การสร้างภาพจำลองแบบนี้เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองในห้องปฏิบัติการของการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญแต่บางวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมีวิทยาที่ต้องใช้เวลาหลายวันจึงปรากฏ การใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เช่นการสอนเรื่อง เลนส์โปรเจ็คเตอร์, คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถสร้างจำลองเป็นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจง่าย การจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการได้มากและลดอันตรายลงได้

4. เกมการศึกษา (Educational Game) เกมการศึกษาหลายเรื่องช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่าง ๆ ได้ดี เช่น เกมการต่อคำ เกมเติมคำ เกมการคิด แก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่นช่วยให้เด็กเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ทำให้เด็กได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษา คือ ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้เป็นสำคัญ ส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วไป คือ เป็นการแข่งขันเพื่อไปสู่การเรียนรู้ตนเอง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูมักนำมาใช้เสนอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูมักจะแสดงให้เห็นนักเรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่สาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบการตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอนลุ่มเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ใช้รูปแบบให้ข้อมูล ข่าวสาร คอมพิวเตอร์จะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัส ตัวย่อ ของแหล่งข้อมูลนั้น การใส่รหัส หรือหมายเลข จะทำให้คอมพิวเตอร์แสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) ประเด็นนี้เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ นักเรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. แบบค้นพบ นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเพียงแต่นำโปรแกรมการเรียน มาให้นักเรียนศึกษา และนักเรียนจะเป็นผู้สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำตามด้วยตนเองไม่มีคำตอบ ที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า เช่น การสอนภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ให้กับนักเรียนและนักเรียน เลือกใช้คำสั่งที่เรียนผ่านไปตามความต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถ สร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการ วิธีสอนหลาย ๆ แบบความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน นักเรียนและองค์ประกอบหรือภาระกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งอาจมีทั้ง ลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อสอน (Tutoring) เกม (gaming) การไต่ถามให้ข้อมูล (inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving)

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 1) ได้แบ่งคอมพิวเตอร์ทางการเรียนการสอน ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือเครื่องช่วยสอน (Computer Assisted Instruction or Computer Aids Instruction or CAI) เป็นโปรแกรมช่วยสอน สำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป ที่ผู้สอนออกแบบไว้ โดยมีเนื้อหา แบบฝึกและคำตอบการเสริม แรงตลอดขั้นตอนต่าง ๆ ค่อนข้างตายตัว เช่น โปรแกรมการเรียนสร้างจากภาษา ไฮเปอร์ทาร์กเนอร์โปรแกรม Storyboardplus Fantavition เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องช่วยเรียน (Computer Assisted Learning or Computer Aids learning or CAI) ลักษณะคล้ายประเภทแรกแต่ออกแบบเน้นการเรียนรู้และบทบาทของผู้เรียนมาก

3. คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (Computer Based instruction or CBI) เป็นโปรแกรมคล้ายแบบ 1 และ 2 แต่มีการรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนากระบวนการ การเรียนรู้ โดยมีไว้ให้นักเรียนได้เลือกศึกษาเมื่อต้องการค้นคว้าเพิ่มเติม

4. คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (Computer Based Learning or CBI) ลักษณะคล้าย CBI แต่ออกแบบเน้นบทบาทของนักเรียนมากกว่า

5. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา (Computer Based Education or CBE) ลักษณะคล้าย CBI แต่สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ และวิเคราะห์ผลประเมิน

ผลการเรียนได้ เช่น โปรแกรม VITAL ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช โปรแกรม ไทยโซว์ ของ อาจหาญ ลัตยณัรักษ์

6. คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการเรียนการสอน (Computer Managed Instruction or CMI) เป็นการรวมจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภทข้างต้น เข้าด้วยกัน มีการวัดผลก่อนการเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีการติดตามผลการเรียนของนักเรียนตลอดเวลา นักเรียนจนถึงการให้คอมพิวเตอร์ทำงานด้วยตนเอง

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการจัดการศึกษา หรือเพื่อการเรียน การสอนนั้นปรากฏว่า เป็นที่ยอมรับทั่วไปในหมู่นักศึกษาและนักวิชาการ โดยที่ได้มีการวิจัย ค้นคว้าและ พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักเรียน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนตามความถนัดและความสามารถของตนเอง
2. มีการป้อนข้อมูลย้อนกลับ มีสี ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
3. มีโอกาสเรียนซ้ำตามที่ต้องการ
4. ยืดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน
5. ได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักเรียนควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้
6. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น
7. ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน
8. สามารถสอนลึกลับและทักษะขั้นสูงซึ่งยากแก่การสอนโดยหรือเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีกว่าการสอนจากครู
9. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามลำดับขั้นตอน จากง่ายไปหายากทำให้เกิดความมั่นใจในวิชาที่เรียนอ่อน

10. ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวนักเรียน เพราะไม่เป็นการบังคับนักเรียนแต่เป็นการให้เสริมแรงอย่างเหมาะสม
11. ทำให้นักเรียนได้ดีกว่าและรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของนักเรียนลง
12. สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ นักเรียน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่
13. สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียนที่บ้านหรือที่ทำงานก็ตาม และมีเกณฑ์ปฏิบัติโดยเฉพาะ
14. ช่วยฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา
15. ทำให้นักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning
16. สามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้โดยอัตโนมัติ
17. ทำให้นักเรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับนักเรียนให้เรียนรู้จริงก่อน จึงจะผ่านบทเรียนนั้นได้

คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียน (Computer-Managed Instruction หรือ CMI) กาเย่ เมเจอร์ เพคเกอร์ ลิบลุม (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532 : 63 ; อ้างอิงมาจาก Gagne'. 1965 ; Mager. 1972 ; Baker. 1978 and Leiblune. 1982 : 126-141) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอนนั้นจะช่วยในส่วนของงานที่เกี่ยวกับวิชาที่เป็นการศึกษารายบุคคลรวมถึงเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสามารถของนักเรียน เมื่อเริ่มดูจากคะแนนการทดสอบและจะคอยติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนเพื่อชี้แนะกิจกรรมและระดับในการเรียนวิชานั้นจนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายการวัดผลประเมินผลรวบยอดการจัดการของ CMI ในลักษณะนี้นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับอยู่เสมอ เพื่อชี้แนะการเรียนของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม การเรียนรู้อของนักเรียนในลักษณะนี้ยังมีสื่ออย่างอื่นประกอบการเรียนในวิชานั้น ๆ ด้วย

องค์ประกอบและการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน

สกุรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 64-65) ได้กล่าวการทำงานของ CMI ไว้ดังนี้

1. เป็นแหล่งรวมสื่อการเรียนการสอนรวมข่าวสารเกี่ยวกับห้องสมุดองค์ประกอบของ CMI ในด้านนี้จะครอบคลุมถึงรวบรวมรายชื่อสื่อการสอนต่าง ๆ ที่มีอยู่ในหน่วยบริการสื่อการสอนของแต่ละแห่ง ซึ่งครูและนักเรียนสามารถจะขอดูหรือยืมเอาไปใช้ในการเรียนการสอนได้ เช่นรวบรวมรายชื่อซอฟต์แวร์ของวิดีโอเทป สไลด์ บทเรียนสำเร็จรูป รวมถึงข้อมูลสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. เป็นแหล่งรวบรวมวัสดุการเรียน CMI ในลักษณะแตกต่างจากลักษณะแรก คือ วัสดุการเรียนที่สามารถเก็บไว้ได้ในระบบความจำ หรือเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลของคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะเป็นรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของระบบ CMI นักเรียนสามารถทดสอบพื้นฐานความรู้ หรือทักษะต่าง ๆ โดยผ่านระบบ CMI หลังจากนั้น CMI ก็จะส่งต่อหรือเสนอแนะบทเรียน CAI ที่เหมาะสมเป็นได้ทั้งเนื้อหาใหม่ หรือเป็นเนื้อหาซ่อมเสริมแล้วแต่กรณีไป

3. เป็นแหล่งรวบรวมข้อสอบ ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบ CMI

4. รายงานผลการสอบ หากนักเรียนต้องการเป็นส่วนหนึ่งของงานที่ได้รับมอบหมายนักเรียนอาจจะให้คอมพิวเตอร์พิมพ์หรือเก็บคะแนนที่ได้ไว้เพื่อให้ครูผู้สอนตรวจสอบ

5. การประเมินผล เป็นการเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการศึกษาแต่ละครั้งการใช้เวลาการตอบ จำนวนครั้งที่ตอบถูก

6. การบ้านและการแนะแนว หลังจากผลการทดสอบปรากฏออกมาแล้วคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์ และให้ข้อแนะนำ รวมทั้งในการบ้าน การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม แหล่งข้อมูลแล้วแต่การออกแบบการเรียนการสอนของแต่ละหน่วยวิชา

คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน เน้นในเรื่องของการจัดการด้านข้อมูลเพื่อการเรียนการสอนเป็นส่วนใหญ่

ข้อแตกต่างระหว่าง CAI และ CMI

ลูกรี รอดโนอิทอง (2532 : 61-62) และ เอมอร กิตติภัทเมธา (2537 : 38-39) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่าง CAI และ CMI ไว้ดังนี้

1. ในบทเรียน CAI คอมพิวเตอร์จะเป็นเนื้อหาแบบต่าง ๆ เพื่อการเรียนการสอน เป็นการเสนอเนื้อหาโดยตรงไปยังนักเรียนผ่านทางจอหรือแป้นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมวัสดุทางการสอน คือ โปรแกรม ปกติจะถูกเก็บในแผ่น Disk หรือ หน่วยความจำของเครื่องพร้อมที่จะเรียกใช้ได้ตลอดเวลา การเรียนในลักษณะนี้ในบางครั้งนักเรียนอาจจะต้องพิมพ์เพื่อโต้ตอบหรือตอบคำถามกับคอมพิวเตอร์ในขณะนั้น การตอบสนองจากนักเรียนในบางครั้ง จะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากการประเมินนี้เอง คอมพิวเตอร์จะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อ ๆ ไป กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์จากแนวคิดสรุปได้ดังนี้

1.1 วัสดุที่เสนอให้กับนักเรียนนั้นสร้างเพื่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะ

1.2 คอมพิวเตอร์จะตอบสนองข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้ามาตามคำตอบของ

นักเรียนได้ทันที

1.3 นักเรียนได้รับประโยชน์โดยตรง

1.4 ลักษณะการเรียนแบบนี้เป็นรายบุคคล

2. สำหรับ CMI และ CAI มีส่วนคล้ายกันในด้านของปฏิกริยาร่วมระหว่างผู้ใช้คอมพิวเตอร์แต่มีหลายด้านที่แตกต่างกันออกไป คือ

2.1 วัสดุที่ใช้นั้นมีใช้เพื่อการสอน แต่อาจเป็นวัสดุที่ใช้เพื่อการทดสอบหรือเครื่องมือเพื่อการจัดการทางการศึกษาต่าง ๆ

2.2 การตอบสนองของ CMI จะมีหรือไม่ก็ได้ หรือไม่รวดเร็วเท่ากับ CAI

2.3 ผลประโยชน์ ของผู้ตอบและนักเรียนใกล้เคียงกัน

2.4 โดยปกติ CMI จะรวมถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ด้านต่าง ๆ

เพื่อช่วยผู้สอนจัดการสอนแทน

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน เป็นเครื่องช่วยสอนอย่างหนึ่ง ที่นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ส่งผ่านทางจอภาพด้วยการโต้ตอบเข้าทางแป้นพิมพ์ (Keyboard) ของไมโครคอมพิวเตอร์ สิ่งนี้

แสดงออกทางจอภาพมีทั้งรูปภาพและตัวอักษร นักเรียนจะต้องทำตามขั้นตอนที่คอมพิวเตอร์สั่งงาน คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันและโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นลักษณะการสอนเพื่อการสอน (Tutorial) เกม (game) การไต่ถามให้ข้อมูล (inquiry) รวมทั้งประสบการณ์ทางการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นต้น

งานวิจัยในประเทศ

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 38) ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า การเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มชอบบรรยายด้วยการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าสอนแบบบรรยาย .

วิรัชดี สุทรวีภาต (2530 : 55) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการของครูในวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนเสริมจากครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิตยา ไชยมงคล (2532 : 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเวลาในการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่เวลาเฉลี่ยในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2536 : 102) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ นอกจากนี้ยังตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนใช้ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก

โลโก (Logo) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาสติปัญญาให้นักเรียนให้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โลโกยังช่วยในเรื่องการสร้างความคิดอย่างมีเหตุผล มีหลักการทำให้มีความคิดอย่างต่อเนื่อง (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 3)

ในการพัฒนาภาษาโลโกนั้น แพเพิร์ต (Papert) เป็นนักคณิตศาสตร์ทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และความสอดคล้องของโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกแห่งความคิดอยากให้เห็นอนาคตของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษาอยู่ภายใต้พื้นฐานที่นักเรียนจะสอนให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซึ่งมีความเห็นเช่นเดียวกับ Dr. Sylvia Weir นักฟิสิกส์ซึ่งนำภาษาโลโกไปใช้สอนเด็กพิเศษ Dr. Sylvia กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนซึ่งพบว่า CAI ทั่วไปนั้นเป็นเสมือนการนำเอาโปรแกรมที่ฉลาดไปสอนเด็กใบ้ ตรงข้ามกับระบบในภาษาโลโกนักเรียนจะเป็นผู้สอนคอมพิวเตอร์ให้ทำงานหรือตอบคำถามที่ต้องการได้ (เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา. 2532 : 39-40)

โลโกเหมาะกับสภาพการณ์การเรียนรู้ ซึ่งออกแบบตามแนวคิดของ Piaget ด้วยเหตุผลที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถจัดกระทำกับสิ่งแวดล้อมได้โดยตรงสามารถแบ่งปันหรือสื่อสารสิ่งที่เรียนอยู่กับนักเรียนคนอื่นได้ สามารถปรับสภาพการเรียนรู้ด้วยตนเองได้และสามารถสร้างรูปแบบการคิดของตนเองได้ (เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา. 2532 : 139)

มูลี (เบงกขพันธ์ ทองงาม. 2533 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Mouly. 1973) มีความเชื่อในทฤษฎีของ เพียเจต์ ที่ว่าโครงสร้างพื้นฐานทางความสามารถทางด้านสมองของมนุษย์ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างการปรับตัวของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นการพัฒนาทางสติปัญญา จะค่อยเป็นค่อยไปอย่างมีระบบ คือจากง่ายไปหายาก และขบวนการพัฒนาทางสมองก็จะชักซ้อนยิ่งขึ้น

อาร์วี (เบงกขพันธ์ ทองงาม. 2533 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Harner. 1985) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก (Logo) เป็นโปรแกรมที่ดีที่สุดสำหรับเด็กเล็ก เพราะเด็กได้ฝึกฝนทักษะที่มีในหลายทิศทางและสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของเด็ก ซึ่ง ยีน กูว์รวรรณ และประภาส จงสกลวัฒนา (2525 : 11-15) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ภาษาโลโกได้รับการพัฒนามาก่อนปี พ.ศ. 2513 โดยจุดเริ่มต้นนั้นนักการศึกษา พบว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ในขณะนั้นอยู่ขณะนั้นไม่ว่าจะเป็นเพอร์แทน เบสิก หรือโคบอล ยังไม่เหมาะกับการเรียนรู้ของเด็ก จึงได้พยายามพัฒนาสร้างภาษาขึ้น เป็นภาษาที่ง่ายและเข้าใจ แฝงด้วยปรัชญาทางการศึกษา ช่วยสร้างฐานกำลังบุคลากรในแนวความคิดใหม่ ให้เป็นนักประดิษฐ์ค้นคว้า มีความคิดสร้างสรรค์ผลงานใหม่อยู่เสมอ ช่วยสร้างฐานการอยากรู้ อยากเห็น การทดลองในสิ่งแปลกใหม่ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 3) โลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาการศึกษา พัฒนาแนวความคิด และสร้างความเข้าใจในเรื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีหลักการและถูกต้องเป็นผลที่ทำให้หลายประเทศที่เจริญแล้วโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น ได้ทำการพัฒนาเด็กนักเรียนตามโรงเรียนได้ศึกษาภาษาโลโกกันอย่างกว้างขวาง

ลักษณะพิเศษของภาษาโลโก

โลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เรียนรู้ได้ง่าย สนุกสนาน เพลิดเพลิน ใฝ่หาสิ่งแปลกใหม่และได้ฝึกคิดด้วยตนเองตลอดเวลา ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้มีชีวิตชีวา นอกจากนี้ยังได้พัฒนาความพร้อม ความเข้าใจได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะเฉพาะของภาษาเพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2531 : 42-44) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. โลโกเป็นภาษาที่เน้นกระบวนการ โดยเฉพาะเน้นกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และทำงานออกมาได้คำสั่งที่ใช้ ง่าย สั้น เข้าใจกระบวนการได้รวดเร็ว

2. โลโกเป็นภาษาที่มีปฏิสัมพันธ์ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถพิมพ์คำสั่งหรือโปรแกรม แล้วเห็นการทำงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมนั้นได้ทันที

3. โลโกเป็นภาษาเพื่อการเรียนรู้ การคิดประดิษฐ์ภาษาโลโก ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และศึกษาวิธีแก้ปัญหาของเด็กโดยเฉพาะ

สืบเนื่องจากภาษาโลโกที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาการศึกษา พัฒนาแนวความคิดและสร้างความเข้าใจในเรื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีหลักการ โดยเฉพาะผู้พัฒนาภาษาโลโกเอง พยายามรวบรวมข้อดีของภาษาโลโก เช่นเดียวกับ บงกชพันธุ์ ทองงาม (2533 : 28-31) ได้กล่าวได้ดังนี้

1. โลโกเป็นภาษาที่ง่าย และง่ายต่อการเขียนโปรแกรม

2. โลโกเป็นภาษาที่มีโครงสร้างเป็นบล็อก การกำหนดโปรแกรมจะเขียนในลักษณะเป็นบล็อกหรือโมดูล และมีการเรียกชื่อที่กำหนดไว้

3. โลโกเป็นตัวโปรแกรมตอบโต้การใช้งานได้ดี มีความคล้ายคลึงกับเบสิกในแง่ของการตอบสนองผู้ใช้ จึงเขียนได้ง่าย เช่น ถ้าต้องการ 4-6 ในเบสิกก็ใช้ Print- 4+6 แต่ในปาสคาลต้องเขียนโปรแกรมขึ้นก่อนโดยใช้เอ็ดิเตอร์ แล้วแปลไปเป็นออบเจกต์โค๊ด (เปลี่ยนเป็นภาษาเครื่อง) ซึ่งมีขั้นตอนมาก การตรวจสอบโปรแกรมด้วยการตามรอยการทำงานของโลโกก็ทำได้ง่าย

4. โลโกทำการประมวลผลข้อมูลได้ดี ในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นกรุปโลโกสามารถทำการประมวลผลได้เป็นอย่างดี

5. ตัวแปรโลโกไม่มีชนิด ในหลายภาษาจำเป็นต้องมีการกำหนดชนิดของตัวแปร แต่ในโลโก จะไม่มีการกำหนดตัวแปรว่าเป็นตัวอักษรตัวเลข หรือชนิดอื่น

6. โลโกเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเริ่มต้น ทั้งนี้เพราะโลโกทำหน้าที่เสมือนเต่าที่เดินไปมาเพื่อสร้างรูป การเริ่มต้นจึงง่าย

7. โลโกเป็นภาษาที่ผู้เรียนจะได้รับความเพลิดเพลินและสนุกสนานไประหว่างเรียนการเขียนรู้วิธีการ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการทางโลโก เป็นวิธีการที่เน้นให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย โดยชุดคำสั่งพื้นฐานขั้นแรกอาจประกอบด้วย

เดินตรง	FORWARD	ตัวย่อ	FD
ถอยหลัง	BACKWARD	ตัวย่อ	BK
เลี้ยวขวา	RLGHT	ตัวย่อ	RT
เลี้ยวซ้าย	LEFT	ตัวย่อ	LT
ยกปากกา	PEN UP	ตัวย่อ	PU
วางปากกา	PEN DOWN	ตัวย่อ	PD
ซ่อนเต่า	HIDETURTLE	ตัวย่อ	HT

การสั่งงานของเต่าจึงอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายเช่น สั่งให้เดินตรง เลี้ยวขวาตามตัวเลขของมุม หรือองศาที่กำหนด นอกจากนี้ยังสามารถนำคำสั่งต่าง ๆ มาเรียงกันจนกลายเป็นโปรแกรมเพื่อให้ทำงานต่าง ๆ ตามต้องการ นอกจากการวาดรูปแล้วยังสามารถเล่นดนตรี คำนวณได้อีกด้วย และผลที่ได้จากการเรียนรู้ภาษาโลโก เพิ่มเกียรติคุณวัฒนา (2531 : 44-46) กล่าวไว้ดังนี้

1. เรียนรู้การใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความมั่นใจในตนเองและเพิ่มความสามารถในการทำงาน หรือควบคุมเทคโนโลยีสมัยใหม่ ยังได้แนวคิด ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และทักษะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

2. เรียนรู้การทำงานหรือการแก้ปัญหา ได้พัฒนากระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และในชีวิตประจำวันได้เพราะปัญหาที่ใช้ในการสอนภาษาโลโกเป็นปัญหาที่แท้จริง นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนลงมือกระทำด้วยตนเองผลที่ได้จะถูกหรือผิด ตรงกับความต้องการหรือไม่ นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเองเช่นกัน

3. ช่วยพัฒนาทางด้านอารมณ์ สังคม ของนักเรียน และยังสามารถสร้างความสนใจเกี่ยวกับศิลปะ ดนตรี ภาษา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า ภาษาโลโก เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่ย่างต่อการเข้าใจและแฝงด้วยปรัชญาทางการศึกษา มีประสิทธิภาพให้นักเรียนได้เรียนรู้ มีการยืดหยุ่นและกระตุ้น

ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เต่า เป็นตัวค้นหาคำตอบ ในกระบวนการเรียนการสอนภาษาโลโกนั้น ครูมีหน้าที่ช่วยเหลือ ให้นักเรียนเรียนรู้แก้ปัญหาด้วยตนเองเน้นการค้นพบเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถที่จะนำมาสอนนักเรียนได้ทุกระดับชั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบการสอนของผู้สอน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยสอนให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

งานวิจัยในประเทศ

เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2531 : 135) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรการเรียนโปรแกรมภาษาโลโก เพื่อการเรียนรู้แนวคิดและฝึกทักษะคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้วิธีสอน 3 วิธีคือ วิธีสอนแบบนิรนัย แบบอุปนัย และแบบผสม พบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บงกชพันธุ์ ทองงาม (2533 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอมอร กิตติภักทเมธา (2537 : 119) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยเช่นกัน

ดำเนิน ยาท่วม (2537 : 98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกกับการสอนตามแนวการสอนของ สลวท. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โอดอม (Odom. 1984 : 2390-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก ใช้นักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 พบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียน MIT Logo มีทักษะในการวิเคราะห์ และประเมินผลสูงกว่ากลุ่มที่สอนแก้ปัญหาตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอสเทล (Estes. 1988 : 2985-A) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมโลโกที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ พบว่า กลุ่มที่ใช้โปรแกรมโลโก มีเหตุผลและความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สวาน (Swan. 1989 : 2464) ได้ทำการศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกของนักเรียน โดยออกแบบให้เป็นการฝึกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา 5 วิธี โครงสร้างจุดมุ่งหมาย การฝึกแบบลูกโซ่ การลองผิดลองถูก การวางแผนด้วยการเลือกสลับกันและการเปรียบเทียบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา และทักษะในการคิดสูงขึ้น

ลี (Lee. 1991 : 1197) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกของนักเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกสำเร็จรูป กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกแบบฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหาโดยมีครูคอยช่วยเหลือ พบว่า ทักษะการคิด และทักษะการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหามีครูเป็นผู้ช่วยเหลือสูงกว่า 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่ามีควมจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้คล่องแคล่วและเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษาหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยนักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันในทำนองเดียวกันว่าโดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สถิติปัญหาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาคำตอบใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่น ๆ ด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) จัดแบ่งไว้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ซึ่งแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (Basic process skill) จำนวน 8 ทักษะ และทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skill) จำนวน 5 ทักษะ (Association for the advancement of Science, 1970 : 33-176) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทักษะเบื้องต้น

- 1.1 การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.2 การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลข โดยมีหน่วยกำกับเสมอ
- 1.3 การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์
- 1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

1.5 การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความถี่ให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

2. ทักษะเชิงซ้อน

2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เห็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operational) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐาน

2.4 การทดลอง (Experimental) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมที่สำคัญของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ตลอดจนสามารถนำไปใช้จัดการเกี่ยวกับข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนไปแล้ว

งานวิจัยในประเทศ

บุญญรัตน์ คิริอาชากุล (2522 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในเขตการศึกษา 6 พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

รุจิ โรจนประศาสน์ (2523 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคณิตทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่า

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการซึ่งพบว่า การเรียนโดยวิธีการสืบสวนสอบสวน ทั้งแบบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

พัชรา เรืองรัมย์ (2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ทักษะกระบวนการของกลุ่มตัวอย่าง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.036

และ 0.068 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประชากรไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.062

วนา ชลประเวศ (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม ปทุมธานี จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยวิธีสอนแบบใช้เกมและกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง พบว่า

1. วิธีสอนแบบใช้เกมทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายสูงกว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
2. วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลาสูงกว่าวิธีสอนแบบใช้เกม
3. วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองและแบบใช้เกม ให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการวัดการคำนวณ การทดลองใกล้เคียงกัน

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 79-80) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับครูทบทวน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันในกลุ่มทดลองนักเรียนมีความสามารถในการเรียนสูงและปานกลางจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งนุช มานูตร (2532 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึก การคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิรติ สุวีรานนท์ (2532 : 79) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย การฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญสม เลิศพิเชฐ (2536 : 90) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนโทรทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

บัลโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ พบว่า คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้ง แตกต่างกัน คือนักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียน ที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

เวบเบอร์ (Weber. 1972 : 2528) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์โดยแบ่ง นักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตรเพื่อการพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มสอนโดยใช้หลักสูตรเดิมพบว่ากลุ่มทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติฝึกฝนความคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยฝึกใช้ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้เพื่อเป็นการส่งเสริม ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

7. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้
กิลฟอร์ด (Guilford. 1968 : 4-14) มีความเชื่อว่าลักษณะเด่นของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งมีคุณลักษณะพื้นฐานเป็นความคล่อง (Fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality)

บารอน (Barron. 1968 : 10) มีความเห็นเหมือนกับ กิลฟอร์ดในส่วนที่เป็นความคิดริเริ่ม โดยกล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถริเริ่มหรือการกระทำ สิ่งแปลกใหม่เป็นจริงขึ้นมา การกระทำสิ่งแปลกใหม่นี้อาจดัดแปลงมาจากของเก่าก็ได้
โกสสมิธ (Moore. 1969 : 45 ; citing Goldsmith. n.d.) ได้ขยายความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าสิ่งแปลกใหม่ที่ได้นี้มาจากความรู้เดิมที่มีอยู่ในด้านข้อเท็จจริง ส่วนกฎความสัมพันธ์ เครื่องมือ หรือกระบวนการที่ได้มาจากสิ่งแปลกใหม่ ไม่ใช่มาจาก กระบวนการที่สมเหตุสมผลอย่างง่าย ๆ แต่จะต้องมีพื้นฐานมาจากความหยั่งรู้หรือจินตนาการ
มอเรย์ กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้ทำอะไรใหม่ที่เป็นประโยชน์
โรเจอร์ มีความคิดในทำนองเดียวกันว่า ความคิดสร้างสรรค์มักจะมีผลเป็นแนวความคิดใหม่ ที่มีประสิทธิภาพหรือผลงานที่มีประสิทธิภาพนั่นเอง (Woodman. 1981 : 52,55 ; citing Murray & Roger. n.d)

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผลมโนอันเจิดจ้าใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์ ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย กระบวนการคิด 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรูสึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหา (Formulating Hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน (Testing Questions)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the Results)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1968) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect Model) ซึ่งกิลฟอร์ดได้อธิบายโครงสร้างทางสติปัญญาว่าความสามารถทางสมองที่ประกอบด้วยด้านต่าง ๆ 3 ด้าน คือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents)
2. ด้านวิธีการคิด (Operation)
3. ด้านผลผลิต (Products)

สำหรับความคิดสร้างสรรค์ กิลฟอร์ด มีความเห็นว่า เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติการคิดซึ่งประกอบด้วย

1. ความรู้ความเข้าใจ (Cognition) เป็นความสามารถของสมองที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. การจำ (Memory) เป็นความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และระลึกได้เมื่อต้องการ
3. การคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถของสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าไม่จำกัดจำนวน
4. การคิดแบบเอกนิยม (Convergent Thinking) เป็นความสามารถของสมองที่จะสรุปข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด
5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation)

หลักการคิดของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้ รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม สิ่งเร้าที่มากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมียู้อยู่ด้วยกัน 4 ชนิด รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

อารี รังสินธ์ (2527 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดผสมผสานกันทำให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุและผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการ จึงทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

อารี รังสินธ์ (2532 : 61) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่สรุปได้ดังนี้

1. อายากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้อยู่ในใจ
2. ชอบเลาะแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง
3. ช่างสงสัย เป็นที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
4. ชอบซักถาม และตั้งคำถามแปลก ๆ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลกผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไป
6. ชอบแสดงออก ถ้าสงสัยสิ่งใดก็ซักถามหรือพยายามหาคำตอบโดยเร็ว
7. มีอารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. มีความเป็นตัวของตัวเอง

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป ในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนการแก้ปัญหาโดยจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) มีความหมายดังนี้

ทัศนีย์ บุญเติม (2526 : 3) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 9) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิด ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 7-11) ให้ความหมาย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและการกระทำให้เกิดผลผลิต แต่จะต่างกันตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาและการค้นหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ (Body of knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry) กระบวนการของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity process)

จากการคิดวิเคราะห์ของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และจัดลำดับการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2536 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Wallach. 1926) และนิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 20)

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไปความรู้เฉพาะ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาโดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้

1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดีและสนใจสิ่งแปลกใหม่ที่ได้นพบเห็นเสมอ

1.2 การจำแนก หมายถึง กระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ใช้สำหรับการครุ่นคิดเป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบจะไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอันแวบขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว

3. ขั้นการรู้แจ้ง (Illumination or Inspiration) เป็นขั้นการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือ สามารถมองเห็นลู่ทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานแจ่มชัดโดยตลอด หรือเกิดการหยั่งเห็น (Insight) ขึ้นเหมือนกับแสงสว่างที่ฉลวยแวบขึ้นในสมองได้คำตอบที่ต้องการ

4. ขั้นการตรวจสอบหรือขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ หลังจากนึกคิดได้แล้วก็จะมีการทบทวน ตรวจสอบ ปรับปรุง ประเมินค่าวิธีการว่าใช้ได้หรือไม่ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นจะต้องเป็นขั้นสูงสุด แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเกิดในขั้นตอนใดตอนหนึ่งได้ (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 16)

ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ข้างต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นที่ผลผลิตออกมา

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่

ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดให้เป็นนามธรรม

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าให้เนื้อหากระบวนการต่าง ๆ ที่ครูควรนำมาใช้ ได้แก่ กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการฝึกทักษะปฏิบัติ กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัยและค่านิยม กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ละกระบวนการครูจะต้องเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี และวิธีดำเนินการจัดกิจกรรม ให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน วัตถุประสงค์และเนื้อหา

กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทำงานของสมองอย่างมีขั้นตอน
ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้กำหนดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. การค้นหาความจริง เป็นการพิจารณาคำตอบของปัญหาที่มีอยู่
2. การค้นพบปัญหา คือการรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้น และเข้าใจลักษณะของปัญหา

อย่างชัดเจน

3. การหาสมมติฐาน ได้แก่ การรวบรวมความคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหา
 4. การค้นพบคำตอบ คือการนำสมมติฐานต่าง ๆ ไปทดสอบ
 5. การยอมรับจากการค้นพบ คือการยอมรับคำตอบที่ได้พิสูจน์และทดลองแล้ว
- กิลฟอร์ด (Guiford. 1968) กล่าวว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์

จะต้องมีความฉับไว รับรู้ และมองเห็นปัญหา สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ
ได้ง่าย พร้อมทั้งจะสร้างและปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา ได้แบ่งวิธีการคิดเป็นลำดับดังนี้

1. การรู้และเข้าใจ คือความสามารถของสมองในการเข้าใจสิ่งต่าง ๆ
2. การจำ คือ ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูล และสามารถ

นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ได้ตามต้องการ

3. การคิดแบบขอเนกนัย คือความสามารถของสมองในการตอบสนองได้หลายอย่าง
จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้

4. การคิดแบบเอกนัย คือความสามารถของสมองในการตอบสนองที่ถูกต้องและ
ดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

5. การประมาณค่า คือ ความสามารถของสมองในการตัดสินข้อมูลตามเกณฑ์
ที่กำหนดให้

สำหรับการคิดแบบขอเนกนัยจัดเป็นความคิดสร้างสรรค์ ของบุคคลที่ใช้ในการแก้
ปัญหาการเป็นความคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ต่าง ๆ ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นลักษณะความคิดใหม่ ๆ ต่างจากความคิด
เดิมหรือความคิดทั่ว ๆ ไป เกิดขึ้นจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลง บุคคลที่มีความคิดริเริ่ม
จะต้องเป็นผู้ที่กล้าคิด กล้าลอง กล้าตัดสินใจ เพื่อทดสอบความคิดของตน ความคิดริเริ่ม
อธิบายได้ตามลักษณะดังนี้

1.1 ลักษณะทางกระบวนการเป็นกระบวนการคิด จากความคิดเดิมไปสู่
ความคิดใหม่

1.2 ลักษณะของบุคคล เป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง กล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ

1.3 ลักษณะของผลผลิต เป็นลักษณะที่แปลกใหม่ มีคุณค่าต่อตนเองและสังคม ขึ้นอยู่กับวัยและระดับความสามารถของผู้คิด

2. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีคำตอบในการปริมาณมากในเวลาที่จำกัด แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด สามารถคิดในสิ่งที่ต้องการภายในระยะเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นประเภทหรือแบบความคิดแบ่งเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที ความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถด้านหนึ่งของเชา่นักญา เป็นารคิดแบบหลากหลายที่ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่น ซึ่งเป็นพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์

บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อันได้แก่

1. ต้องชวนหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบ และปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นการจัดกิจกรรมจึงควร จัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ส่งเสริมการพัฒนาคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวคิดของนักเรียน
6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์
7. ยกย่อง ชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้เห็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา
9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ การแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสร้งสรรค์จำเป็นต้องให้เวลาแก่นักเรียน
12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนัก ถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ และการ ระดมพลังทางสมอง
14. แสดงผลงานทางสร้งสรรค์ของนักเรียนเพื่อเป็นตัวอย่าง

15. พัฒนากิจกรรมการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สมจิต สวชนไพบลีย์. 2527 : 36-37)

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบลีย์ (2527 : 30) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ย่อย ซึ่งประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ

2. จัดกิจกรรมแบบระดับพลังสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด ฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

3. การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือการเลือกรูปแบบในการสื่อความหมาย

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศจิตวิทยาที่น่าจะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายในช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้น ใคร่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากฝึกให้ทำงานเป็นกลุ่มแล้ว ก็ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อการพัฒนาความสามารถให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามเอกลักษณ์

บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ครูเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น
2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย
3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก
4. บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้
5. บรรยากาศแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ครูควรสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่จะส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนโพบูลย์. 2526 : 37-39)

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วัลท์ตัน (ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. 2527 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Washton. 1967) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนควรมีโอกาสในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ซักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติ
การทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ
3. เสนอข้อคิดหรือกระบวนการ แม้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้รับสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการสอนแบบลองผิดลองถูกนั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดีขึ้นจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหาและควรเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน ตัวครู ตัวนักเรียนตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นควรจะเน้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่นยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องราวของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เป็นเครื่องมือในการวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ แบบทดสอบนี้มีทั้งใช้ภาพและภาษาเป็นสื่อ เพื่อให้นักเรียนแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็นแบบธรรมดาที่ได้ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดและของทอแรนซ์ เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนไทยในเรื่องคำสั่ง คำชี้แจง การดัดแปลงสิ่งเร้าที่กำหนด แต่ก็ยึดหลักการใหญ่ของเดิม คือ เน้นการกำหนดสิ่งเร้าที่ช่วยให้เด็กคิดและวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ

แต่แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่ก็ยังคงอาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ดและทอแรนซ์

งานวิจัยในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67-68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีในการตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผลแต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของแบบฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์ (2527 : 50-52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกการระบายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงผลกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษา พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงผลกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 45-51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม 2 พบว่า กลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาญชัย กิจลสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และใช้รูปภาพแผนภูมิความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สัมพันธ์ อินทรวง (2529) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบให้สร้างแบบทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบให้สร้างแบบทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ไม่ต่างจากการสอนตามคู่มือครู แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบ พบว่า ความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความคิดคล่องกับความคิดยืดหยุ่นนั้นไม่แตกต่างกัน

อารายา แสงไชย (2529) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางกับไม่กำหนดแนวทาง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ทำกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางด้านความคิดริเริ่มกับความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างจากการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมปัญญา ศรีภณานนท์ (2535 : 116) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้าง
 สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรม
 การซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า บทเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
 สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนกับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทาง
 วิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิด
 สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

ฟาร์เนส และมิโดส (เอารี รังสินนท์. 2532 : 105-106 ; อ้างอิงมาจาก
 Farnes and Meedos. n.d.) ได้ทดลองใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาอย่าง
 สร้างสรรค์โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งใช้วิธีศึกษาทดลองเปรียบเทียบโดยให้กลุ่ม
 ที่หนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือ ให้ทุกคนพูดเท่าที่คิดออกมาไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและ
 เกี่ยวข้องให้พูดเท่าที่มีความคิดแวบเข้ามาในสมอง ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้เสนอวิธีแก้ปัญหาเฉพาะ
 ความคิดที่ดีและมีความสัมพันธ์กับเรื่อง พบว่า ในระยะเวลาเท่าที่ กลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมอง
 มีความคิดแก้ปัญหาได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาขึ้นมาได้
 ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง การให้เสรีภาพในการคิดหาคำตอบ
 การฝึกคิดแบบระดมสมอง การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 การเรียนด้วยชุดการเรียน การสร้างสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอนโดยเปิดให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมค้นพบคำตอบด้วยตนเอง และ
 ฝึกให้นักเรียนคิดขั้นสูงขึ้นเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้
 ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการ
 ให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะนำสู่การแก้ปัญหาและการค้นพบ
 สิ่งใหม่ ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมเพราะเป็นสิ่งที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเอง

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน จับฉลากเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน

กลุ่มทดลอง สอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

กลุ่มควบคุม สอนตามแนวการสอนของ สสวท.

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เนื้อหาวิชา ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 24 คาบ ๆ ละ 50 นาที

แบบแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control group Posttest-only Design ดังแสดงในตาราง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 219)

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group) /
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control group) /
- T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Posttest)
- X แทน การจัดกระทำ (Treatment) การสอนให้นักเรียนฝึกสร้างเกม
วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
- แทน การจัดกระทำ (Treatment) ด้วยการสอนตามแนวของ สสวท.
- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random assignment)

มร.วิภาดา ใจดี

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
2. คู่มือนักเรียน
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

มร.วิภาดา ใจดี

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. การสร้างแผนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์มีวิธีการดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ขอบข่ายและรายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบในการกำหนดจุดประสงค์กำหนดวิธีสอบการวัดผลประเมินของการสร้างแผนการสอน ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย

1.2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของกิจกรรม ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
หลากหลาย

1.3 กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

1.4 สร้างแผนการสอนจำนวน 5 แผน 20 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด
ดังนี้

1.4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.2 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์โดยใช้ภาพประกอบ

- ครูอธิบายคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ในคู่มือนักเรียน
- ให้นักเรียนฝึกการใช้คำสั่งภาษาโลโก
- ให้นักเรียนเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ที่ครูกำหนดให้

- ครูอธิบายแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา กำหนด ผู้เล่น จุดมุ่งหมายการเล่น กติกาการเล่นและคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- ศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ครูกำหนดไว้และให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีเล่น และชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

นำชุดคำสั่งภาษาโลโกที่สรุปไว้ มาคีย์ลงคอมพิวเตอร์เพื่อทดลองการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

- ออกแบบ " เกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ด้วยภาษาโลโก" ลงในกระดาษกราฟและเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

- คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้สร้างเกมวิทยาศาสตร์

คอมพิวเตอร์

- ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้ การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

บนจอคอมพิวเตอร์หน้าชั้นเรียน และสลับกลุ่มนักเรียนได้เล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

- แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์

- สลับกลุ่มกันเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ที่นักเรียนสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกม

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลายในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และชุดคำสั่งภาษาโลโก

1.5 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการทดลองสอนกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่นระยะเวลา การสื่อความหมาย และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2. การสร้างคู่มือนักเรียน ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยฝึกให้นักเรียนสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

2.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรม ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ หลากหลาย

2.2 ศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์จาก ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย

2.3 ศึกษาชุดคำสั่งภาษาโลโก

2.4 วิเคราะห์หลักการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเอกสารและงานวิจัย

2.5 สร้างคู่มือนักเรียนโดยฝึกให้นักเรียนสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

2.6 นำคู่มือนักเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน พิจารณาความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและโครงสร้างความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.7 นำคู่มือนักเรียนที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง

2.8 นำคู่มือนักเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 3 คน แล้วบันทึกข้อบกพร่องเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

3. การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาความหมาย ขอบเขตและนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ความสัมพันธ์สเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการคำนวณจากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและจากงานวิจัยของระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์และวนา ชลประเวส

3.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากหน่วยทดสอบและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและจากงานวิจัยของระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ และวนา ชลประเวส

3.3 สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด

4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ประกอบด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 6 ทักษะดังกล่าวในข้อ 3.1 โดยปรับปรุงมาจากของระวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ และวนา ชลประเวส

3.4 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำมาแก้ไขปรับปรุงและนำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก จำนวน 80 คน ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง

3.5 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ หาน (Fan. 1952 : 6-32) ที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 186-187) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

4. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ แต่ก็คงอาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ดและทอแรนซ์อยู่ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากเอกสารและงานวิจัยของ สุมาลี กาญจนชาติ (2533 : 65-72) ศรีมกา เจริญยศ (2533 : 48-49) กิตติ แสงสุวรรณ (2534 : 159-167) ทศนีย์ พลฤษชลธาร (2517) สุภาณี ลิขะวัฒนากุล (2531)

4.2 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 คน เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง

4.3 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก จำนวน 80 คน

4.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการทดสอบไปแล้ว มาตรวจให้คะแนน แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิด ตามแบบของทอแรนซ์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

4.4.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาจำนวนคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

4.4.2 ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแล้วจัดคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวคิดที่เหมือนกันจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน แล้วให้คะแนนคำตอบเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้ กลุ่มละ 1 คะแนน

4.4.3 ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ให้ 0 คะแนน คำตอบที่มีความถี่เป็น 5 ให้ 1 คะแนน คำตอบที่มีความถี่เป็น 4 ให้ 2 คะแนน คำตอบที่มีความถี่เป็น 3 ให้ 3 คะแนน คำตอบที่มีความถี่เป็น 2 ให้ 4 คะแนน คำตอบที่ไม่ซ้ำกับใครเลยหรือความถี่เป็น 1 ให้ 5 คะแนน

4.4.4 นำผลที่ได้จากข้อ 4.3 มาหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536 : 172)

~~การวิเคราะห์ความแปรปรวน~~ 10
การวิเคราะห์ความแปรปรวน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. ทำการทดลองโดยสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนของ สสวท.

2. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest)

ทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. นำผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. ใช้ t-test Independent
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. ใช้ t-test Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536 : 59-63)
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ
 - 2.1 หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6-32)
 - 2.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_{cc} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_c} \right\}$$

r_{cc} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1-p$

r^2_c คือ คະแนนความแปรปรวนของคະแนนรวม

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้

Hoyt's ANOVA Procedure (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 172)

$$r^2_c = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ MS_E คือ คະแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P คือ คະแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between people)

3. ใช้สถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญ

ใช้ t-Independent (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 84)

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

- เมื่อ $\bar{X}_1$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 $\bar{X}_2$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
 n_1 เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 n_2 เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
 S_1^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 S_2^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุม
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
S^2_1	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
S^2_2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงของค่า t (t -test)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	21.53	7.04	1.94
กลุ่มควบคุม	15	19.47	11.38	

$$t(.01, 28) = 2.763$$

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 4 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	50.66	34.64	7.4938 ^{**}
กลุ่มควบคุม	15	38.40	5.54	

$$t(.01, 28) = 2.763$$

จากตาราง 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 5 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	36.4	18.9	6.539**
กลุ่มควบคุม	15	26.40	16.52	

$$t(.01, 28) = 2.763$$

จากตาราง 5 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่อง
ในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ที่ระดับ .01

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดยืดหยุ่น
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดยืดหยุ่นของ
กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	8.6	2.68	3.299**
กลุ่มควบคุม	15	6.3	3.82	

$$t (.01, 28) = 2.763$$

จากตาราง 6 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดยืดหยุ่น
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดริเริ่ม
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 7 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดริเริ่มของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	5.93	6.84	0.773
กลุ่มควบคุม	15	5.66	11.65	

$$t_{(.01, 28)} = 2.763$$

จากตาราง 7 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการศึกษาค้นคว้า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท.

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ โดยมีแบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-group posttest only design มีขั้นตอนดำเนินการทดลองดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 4 ห้องเรียน

จำนวน 30 คน จับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 15 คน สอนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กับกลุ่มควบคุม 15 คน สอนตามแนวของ สสวท.

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชา ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

2.2 คู่มือนักเรียน ซึ่งใช้ร่วมกับแผ่นจานแม่เหล็ก (แผ่นดิสก์) ที่ผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ที่เป็นกลุ่มทดลอง

2.3 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะ ทักษะละ 10 ข้อ หากคุณภาพโดยการนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง 80 คน เมื่อวิเคราะห์แล้วได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ .8273

2.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ข้อ หากคุณภาพโดยนำไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง 80 คน เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่น .7967

3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ รวม 24 คาบ

4. ให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองทั้ง 2 ฉบับ

5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติ

6. สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ใช้ t-test Independent
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. ใช้ t-test Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 2 กลุ่มหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 อาจเป็น เพราะสาเหตุต่อไปนี้

ประการแรก การฝึกให้นักเรียนสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ผู้วิจัย นำเสนอกิจกรรมจากการอภิปรายเนื้อหาโดยใช้ภาพประกอบและให้นักเรียนฝึกใช้คำสั่ง ภาษาโลโก สังเกตการทำงานของชุดคำสั่งภาษาโลโกจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ นักเรียน ช่วยกันสรุปแต่ละชุดคำสั่งภาษาโลโก เสนอเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์อย่างง่าย ๆ เป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้เล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์นั้น ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอน การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์โดยศึกษาจากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วช่วยกันสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีเล่นและชุดคำสั่งภาษาโลโก ที่ใช้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนยังไม่คุ้นเคยและไม่มีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์มาก่อน ทำให้ไม่มีความถนัดในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะแป้นพิมพ์ จึงเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ช้า อัตราความก้าวหน้าในการเรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง ควรขยายเวลาให้มากขึ้นในการฝึก ให้นักเรียนคุ้นเคยกับเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะเข้ากิจกรรมการเรียนการสอน จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากนั้นก็ให้นักเรียนได้ฝึกออกแบบเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์แล้วสรุปคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ในการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คีย์ชุดคำสั่งลงเครื่องคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยให้แต่ละกลุ่มทดลองเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ตนเองสร้างขึ้น เช่นเดียวกับ กลุ่มควบคุมนำเสนอกิจกรรมโดยใช้ภาพประกอบอภิปรายเนื้อหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม (ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย) ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมภายในกลุ่ม อภิปรายสรุป ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่างกัน แต่เพียงกลุ่มทดลองใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเล่นและฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมปฏิบัติกิจกรรมตามแนวการสอนของ สสวท. ใช้เกมในแบบ

ฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 011 ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีชา กล้ารัศมิ (2526 : 74) ได้ศึกษาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อรรถลักษ์ อยู่สุข (2535 : 83) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีโมชั่น มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และของพรเพ็ญ หล้าคำ (2535 : 82) ศึกษาการพัฒนาการเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ต่างได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีขั้นตอน โดยมีขั้นตอนที่คล้ายกันเพียงแต่กลุ่มทดลองใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุมใช้เกม ในแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 011 (ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ยังไม่คุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีขีดจำกัดในการเรียนรู้ จะเรียนรู้จากสิ่งที่เห็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมหรือจากภาพสู่นามธรรม และการเลียนแบบ ไม่กล้าแสดงออก เมื่อผู้วิจัยนำกระบวนการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยกิจกรรมกลุ่มมาใช้โดยให้มีสมาชิกภายในกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ที่มีระดับความสามารถต่างกันคือ เก่ง ปานกลาง อ่อน มาทำร่วมกัน ทำให้นักเรียนคนที่กล้าตัดสินใจจะเป็นคนชี้ข้อมูล ส่วนสมาชิกคนอื่น ๆ จะเป็นคนช่วยออกแบบ และช่วยกันคิดการชี้ข้อมูลจะเป็นอย่างค่อยเป็นค่อยไป เนื่องจากเสียเวลาในการหาตัวพยัญชนะบนแป้นพิมพ์ แต่เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาพิจารณา พบว่า

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนโดยการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแนวการสอนของ สสวท. ถ้ามีการขยายเวลาในการเรียนออกไป ผลอาจทำให้มีการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : 166) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู ทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่าการสอนทั้ง 2 วิธี ส่งผลทางการเรียนวิชา ว 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนตามแนวการสอนของ สสวท. เมื่อพิจารณาเป็นรายคู่ คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่ม ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก วิธีการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มีบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้อิสระในการปฏิบัติกิจกรรม ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และให้การยอมรับผลงานความคิดของนักเรียน โดยไม่มีการตัดสินถูกหรือผิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ แสงสุวรรณ (2534 : 75) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รวม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ประการที่สอง การสอนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมที่จูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้นในการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งสามารถแสดงออกได้อย่างอิสระ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดได้ปฏิบัติ และทราบผลงานในการคิดของตนเองออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ เป็นการสร้างเสริมกำลังใจให้กับนักเรียนโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัน และทอร์บริดจ์ (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Sund and Trowbridge. 1967) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นบุคคลที่อยากรู้อยากเห็น มีปัญหาปราชญ์ที่ จะค้นพบผลงานใหม่ ๆ สนุกกับการแก้ปัญหา และแนวความคิดของ นาทยา กัทธแลงไทย (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : 15 ; อ้างอิงมาจาก นาทยา กัทธแลงไทย. 2523) ได้กล่าวลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นบุคคลเจียบ ๆ ไม่ค่อยแสดงออก แต่เมื่อใดที่มีโอกาสแสดงออก จะส่งให้เห็นถึงความคิดที่มีผลิตผล มีปัญหาและมีคุณค่า ชอบอยู่ตามลำพัง ไม่ชอบสมาคม ซึ่งสอดคล้องสัมพันธ์กับบุคลิกภาพ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จึงส่งผลให้มีความคิดสร้างสรรค์ สูงขึ้น

สรุปการอภิปรายดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การที่นักเรียนได้รับการฝึกสร้างเกม วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการคิดอย่างอิสระในบรรยากาศ ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 7-11) ได้ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคม

ข้อสังเกตหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจที่จะเข้าเรียนมาก สังเกตได้จากเมื่อเวลา พักหรือเวลาเลิกเรียน หรือในช่วงว่างที่ไม่มีครูสอน นักเรียนจะมาขอเรียนคอมพิวเตอร์ ภาษาโลโก (ซึ่งนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยินจะทำภาษามือ "เต่า") โดยฝึกหัด การใช้ชุดคำสั่งภาษาโลโกตามสิ่งที่ตนคิดออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งในขณะนี้นักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับครูผู้สอนคอมพิวเตอร์

1.1 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ควรให้ความรู้พื้นฐานกับนักเรียนโดยให้นักเรียนคุ้นเคยกับเครื่องคอมพิวเตอร์และแป้นพิมพ์ โดยให้ฝึกพิมพ์ติดสลับคีย์ก่อนที่นักเรียนจะมาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้ามีเช่นนั้นนักเรียนจะเสียเวลาในการหาตัวอักษรบนแป้นพิมพ์หรือปุ่มต่าง ๆ ที่ใช้ ทำให้เสียเวลาในการทำกิจกรรมหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่จะเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ก็คือ เกมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการฝึกหัดการใช้ปุ่มต่าง ๆ บนแป้นพิมพ์ก่อนที่จะเข้าสู่กิจกรรมการเรียนการสอนในโปรแกรมต่าง ๆ ต่อไป

1.2 ครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทุกรายวิชา ควรที่จะประยุกต์ให้นักเรียนฝึกสร้างเกมคอมพิวเตอร์ มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นทั้งในด้านการคิดสร้างสรรค์ เจตคติ และการแก้ปัญหา ทักษะต่าง ๆ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่เป็นแผนการสอน คู่มือนักเรียน แบบทดสอบ อาจจะสร้างในรูปแบบอื่น ๆ ที่เป็นชุดการเรียนรู้ หรือแบบฝึก เป็นต้น

2.2 ศึกษาผลการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กับกลุ่มตัวอย่างหรือระดับชั้นอื่น ๆ ที่เรียนเป็นรายบุคคล

2.3 ศึกษาผลการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการเสนอผลงาน ความสามารถในการออกแบบผลงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หรือด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติ แสงสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6. ปรินทิพินท์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- ขนิษฐา ชานนท์. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," ในวารสารเทคโนโลยีการศึกษา. 1 : 7-13 ; 2532.
- ไชศรี อารณรัตน์ และเนญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5-7 ; กรกฎาคม-กันยายน, 2525.
- จุลจักร โพนันท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย. ปรินทิพินท์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ฉวีวรรณ กินาวงค์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. พินิจโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- ฉวีวรรณ จิงเจริญ. การใช้สื่ออุปกรณ์ของเล่นเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนเด็กก่อนวัยเรียนประถมศึกษา. เอกสารนิเทศการศึกษา ฉ.227 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรไทย, 2526.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินทิพินท์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. บริษัทสำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2526.

- ดำเนิน ยาท่วม. ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก
กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- ทักษิณา ลวนานนท์. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)," ในคอมพิวเตอร์รีวิว. 3(32) :
56-67 ; กันยายน 2529.
- ทัศนีย์ บุญเติม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 37(1) :
32-33 ; มกราคม 2526.
- ทัศนีย์ พลเกษขลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- เทพวาทินี หอมสนิท. เกม. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครการพิมพ์, 2520.
- ✓ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาลักษณะการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุด
การเรียนด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ✓ธีระชัย บุณยโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," วารสารวิทยาศาสตร์.
42-45 ; สิงหาคม 2516.
- นฤมล ยุตาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดทิศทางกับการสอนแบบ
ไม่กำหนดทิศทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ คค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- นางนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้ง
สมมติฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

บงกชพันธุ์ ทองงาม. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคล
และรายกลุ่ม. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วย
ตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตาม
คู่มือครู สวท. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะ
การศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2522. อัดสำเนา.

บุญลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู. 20(7) : 15-18 : เมษายน
2521.

บุญสม เลิศพิเชฐ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน
ด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู. 2536. อัดสำเนา.

ประติษฐ์ ลั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ คค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
อัดสำเนา.

ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่." กรุงเทพฯ :
 จงเจริญการพิมพ์, 2524.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทาง
 วิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและ
 พยากรณ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

ปรีชา กล้ารัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
 รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปรินญาณินธ์ กค.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

ผดุง อารยะวิญญู. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น,
 2527.

*ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

พเยาว์ ยินดีสุข. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบสาธิต.
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.

พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำ
 กิจกรรมชุมชนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงาน
 วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน. ปรินญาณินธ์
 กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
 อัดสำเนา.

พรรณี ลวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้การเรียน
 การสอนวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณินธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

- พรเพ็ญ หลักคำ. การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535. อัดสำเนา.
- พริวิภา พลูเกษ. การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลาซาลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.
- พัชรา เรืองรัศมี. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- พิทยา ไชยมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา. การพัฒนาหลักสูตรการเขียนโปรแกรมภาษาโลโกเพื่อการเรียนรู้แนวคิดและทักษะคณิตศาสตร์สำหรับเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ค. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัย ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. 2525. อัดสำเนา.
- _____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525. อัดสำเนา.
- มานะ ออพานิชกิจ. ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปริญญาโท คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

ยีน กุ์ววรรณ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา. โลโก บทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น.

กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2525.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

ปริญญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

รุจิ ไรจนประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.

ละดา ดอนหงสา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและแบบฝึกทักษะ. ปริญญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูพระนคร, 2535.

วัฒนา ชลประเวส. การศึกษาเปรียบเทียบการลงแบบใช้เกมกับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีประเมิณผลกับไม่มีประเมิณผล. ปริญญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วิรัชท วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

- วิรัตน์ สุนทรวาท. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- ศิริอร ไข่มุกนิรัตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกกรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ศรีมกา เจริญยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ , กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา, 2533.
- _____ . แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539). กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา, 2536.
- _____ . รายงานการติดตามการปฏิบัติตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ระยะที่ 6 ช่วงระยะกลางของแผน (พ.ศ. 2532). กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา, 2533.
- _____ . รายงานผลการประเมินการใช้หลักสูตร ปีการศึกษา 2533 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา, 2535.
- สงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. 2519. อัดสำเนา.
- สรชัย ศรีสุข. การเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กิจกรรมเกมนิทานและปริศนาคำถามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

สมจิต ลวณไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526.

_____. "สมรรถภาพการสอนของครู," กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
อัดสำเนา.

_____. การพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาโลโก.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

_____. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

สมปัญญา ศรีภควานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้
ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2535. อัดสำเนา.

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบ
การทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ. เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2536.

สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอน
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- * สมลุษ จีระพิจิตร. "ลักษณะของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15 หน้า 5. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- สมหวัง ครูรัตนะ. "นวัตกรรมการสอน," หลักสูตรและแนวทางการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- ลัมพันธ์ อินทรวง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. "การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน," เรียนรู้ทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์การศึกษา. โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- สุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัณ. การใช้เกมประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. อัดสำเนา.
- สุนันท์ ลังษ์อ่อง. เกมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.
- สุนีย์ คล้ายนิล. "การประเมินผลการศึกษา," วิชาการ-อุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมการฝึกหัดครู, 2533.
- สุภาณี ลีละวัฒนกุล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- สุมาลี กาญจนชาติ. การศึกษาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

- สุรวุฒิ สุชินโรจน์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- สวัณท์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
- เสริมศรี เสวตามร และสาลี งามศิริ. "การวิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry," วารสารครูศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68-79 ; กรกฎาคม-สิงหาคม, 2521.
- แสงศิริ ศิริมงคล. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนบททวนและครูทบทวน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันทร์ทวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปราชญ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วิทยจารย์. 7(2) : 3-10 ; พฤษภาคม-สิงหาคม 2523.
- อภิรดี สุวีรานนท์. การศึกษาลักษณะการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- อร่ามลักษณ์ อยู่สุข. การศึกษาลักษณะการฝึกด้านนิเทศทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- อารายา แสงไชย. การศึกษาลักษณะการฝึกด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อารี รังสินธุ์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนาคารพิมพ์, 2527.
 _____. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวสาร,
 2532.

อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
 และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและ
 ตามคู่มือครูของ สสวท.. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ครินครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กค.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยครินครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

เอมอร กิตติภัทเมธา. การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียน
 โปรแกรมด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิด
 แบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์
 กค.ม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยครินครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
 อัดสำเนา.

Barron, Frank. Creative Person and Creative Process. New
 York : Holt Rinehart and Winston, Inc, 1968.

Butzow, J.W. "The Process Learning Components of Introductory
 Physical Science," Research in Education. 6(10) :
 68 ; October, 1971.

Carin, Arthur A and Robert B. Sund. Learning Science Through
 Discovery. 3rd ed Columbus Ohio : C.G. Merrill, 1985.

Davis Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inquiry Discovery
 Approach in an Elementary School Science Curriculum,"
Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4146-A ;
 January, 1976.

- Estes, Yvonne Baron. "The effect of a short pre-enrolment Learning Course Consisting of Right-mode elements, Left-mode elements and Logo on Cognitive function and Creativity in Adult health science students in Community College setting," Dissertation Abstract International. 49 : 10-A ; 2985, 1988.
- Guilford, J.P. Intelligence Creativity and their Educational. Implication 1st. ed California : Robert R knapp, 1968.
- Kolebes, Pasticia. The effecton the intlligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of third grade Students Who have Participated in science-process Approach Scince First Entering school. Dissertation Abatracts International. 32 : 4443-A ; February, 1972.
- Lee, Mi Okcho "Guide Instruction with Logo Programming and the Development of Cognitive Monitoring strategies among College Student (Programming Instruction), Dissertation Abstracts International. 52 : 04-A ; 1197, 1991.
- Mayer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31(71) : 451-453 ; October 1969.
- Odom, Marcha Lynn Newson. "The Effects of Learning the Computer Programming Language Logo on Fifth and sixth Grade Students Skill of Analysys Sythesis and Evaluation." Dissertation Abstracts International. 45 : 80-A 2390, 1984.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of three Methods of Teaching a Secondary School physis Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39(8) : 4848 : A ; February, 1978.
- Suchman, J. Rechard. The Elementary school Training Program in Scientific Inquiry. june. 1966.

Swan, Karen. "Logo Programming and the Teaching and Learning of Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 50 : 08-A ; 2464, 1989.

~~Torrance~~. Education and the Creative Potential Minneapolis, The Lund Press Inc., 1963.

Vernon S. Gerlach and Donald P. Ely. Teaching and Media a Systematic Approach. Englewood Cliffs. N.J. Prentice Hall, 1971.

~~Weber~~, C. Marvin. "The Influence of the Science Curriculum Improvement Study on the Learner's Operational Utilization of the Science Process," Dissertation Abstract International. 3717A : 3582 ; 1972.

William, Jame Milford. "A Comparison Study of Traditional Teaching Procedures on student Attitude Achievement and Critical thinking Ability in Eleventh Grade United States History," Dissertation Abstracts International. 42(4) : 1605-A, October, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการสอน

แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 001) โดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 กิจกรรมที่ 1 เรื่องสายใยอาหาร เวลา 4 คาบ 200 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงที่มีความสัมพันธ์กันประกอบด้วย ผู้ผลิต ผู้บริโภค
 เหยื่อ และผู้ล่า เรียกว่า สายใยอาหาร

2. การสร้างเกมวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการจำแนก

ทักษะการสังเกตเป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง
 หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ
 หรือเหตุการณ์โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ส่วนความสามารถในการเลือก
 การใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลข เรียกว่า
 ทักษะการวัดสำหรับทักษะการจำแนกเป็นความสามารถ เช่น การแบ่งพวกเรียงลำดับ
 วัตถุปรากฏการณ์โดยอาจจะกำหนดเกณฑ์ขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดเกณฑ์ให้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สามารถอธิบายสายใยอาหารได้
2. ชี้บ่งผู้ล่า และเหยื่อในห่วงโซ่อาหารได้
3. พัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการจำแนก
4. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เนื้อหา

1. สายใยอาหาร
2. คำสั่งภาษาโลโก
3. วิธีการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
4. ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารโดยใช้ภาพประกอบ
2. ครูอธิบายความหมายการทำงานของคำสั่งภาษาโลโก FD; BK; PT; LT; PD; PU; PE; CD; SETSH; STAP; และ REPEAT
3. ให้นักเรียนฝึกการใช้คำสั่งภาษาโลโก
4. ให้นักเรียนเล่นเกม ส่ายโยอาหาร
5. ครูอธิบายแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ประกอบด้วย
 - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - กำหนดผู้เล่น
 - จุดมุ่งหมายการเล่น
 - กติกาการเล่น
 - คำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการสร้างเกมจากเกมส่ายโยอาหาร และให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีเล่น และชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
2. นำโปรแกรมคำสั่งที่สรุปไว้ มาคีย์ลงคอมพิวเตอร์เพื่อทดลองการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
3. ออกแบบเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ลงในกระดาษกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
4. คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกในข้อ 3 ลงในคอมพิวเตอร์
5. ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์
2. สลับกลุ่มกันเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลายในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และโปรแกรมคำสั่งภาษาโลโก

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER
3. คู่มือนักเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. ครูสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจบันทึกในคู่มือนักเรียน
2. ตรวจผลงาน โดยพิจารณาจากขั้นตอนการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และความคิดสร้างสรรค์ของผลงาน

แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 001) โดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 กิจกรรมที่ 2 เรื่องสิ่งมีชีวิตในบึง เวลา 4 คาบ 200 นาที

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตที่เป็นทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่ในบึง
2. การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จะเป็นการฝึกทักษะการจำแนกได้ด้วย

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สามารถอธิบายธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบึงได้
2. พัฒนากิจกรรมการจำแนก
3. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เนื้อหา

1. ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบึง
2. วิธีการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
3. ทักษะการจำแนก

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. ครูกับนักเรียนอภิปรายถึงธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบึง โดยใช้

ภาพประกอบ

2. ครูอธิบายความหมายการทำงานของคำสั่งภาษาโลโก
3. ให้นักเรียนฝึกใช้คำสั่งภาษาโลโก
4. ให้นักเรียนเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในบึง
5. ครูทบทวนแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการสร้างเกมจากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในบึง และให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีเล่น และชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้
2. เลียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ตามที่กำหนดให้
3. ออกแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ตามความสนใจในกระดานกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้
4. คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ลงคอมพิวเตอร์
5. ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์
2. สลับกลุ่มกันเล่นเกมที่นักเรียนสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลาย และสรุปผลที่ได้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และชุดคำสั่งภาษาโลโก้

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER
3. คู่มือนักเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจบันทึกคู่มือนักเรียน
3. ตรวจผลงาน

แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 001) โดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 กิจกรรมที่ 3 เรื่องกินไม่คิดชีวิตมีภัย เวลา 4 คาบ 200 นาที

ความคิดรวบยอด

1. สารเคมีที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิต ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ เรียกว่า สารอาหาร
 2. การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จะต้องใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้อีกด้วย
- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การคำนวณ และการวัดในรูปของ กราฟ แผนภูมิ เป็นต้น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความสำคัญของสารอาหารแต่ละประเภทได้
2. อธิบายถึงประโยชน์และโทษของสารอาหารได้
3. พัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้
4. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เนื้อหา

1. สารอาหาร
2. ประโยชน์และโทษของสารอาหาร
3. คำสั่งภาษาโลโก
4. วิธีสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยใช้ภาพประกอบ
2. ครูอธิบายความหมายการทำงานของคำสั่งภาษาโลโก
3. ให้นักเรียนฝึกใช้คำสั่งภาษาโลโก
4. ให้นักเรียนเล่นเกม กินไม่คิดชีวิตมีภัย
5. ครูทบทวนแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้วิทยาศาสตร์ วิธีเล่น และชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
2. เลียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
3. ออกแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ลงในกระดาษกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
4. คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ลงคอมพิวเตอร์
5. ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์
2. สลับกลุ่มกันเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลาย และสรุปผลที่ได้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และโปรแกรมคำสั่งภาษาโลโก

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER
3. คู่มือนักเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. ครูสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจสอบบันทึกในคู่มือนักเรียน
3. ตรวจสอบผลงาน

แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 001) โดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 กิจกรรมที่ 4 เรื่องการใช้พลังงานอย่างฉลาด เวลา 4 คาบ 200 นาที

ความคิดรวบยอด

1. การใช้พลังงานอย่างฉลาดเป็นการประหยัดทรัพย์ และยืดอายุการใช้งานให้ได้นาน
2. การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จะต้องใช้ทักษะการคำนวณได้อีกด้วย
 ทักษะการคำนวณ เป็นความสามารถในการนับจำนวนวัตถุและการนำตัวเลข
 แสดงจำนวนที่วัดได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สามารถอธิบายสถานการณ์ที่ใช้พลังงานอย่างประหยัดได้
2. พัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อ
 ความหมายข้อมูลได้

เนื้อหา

1. การใช้พลังงานอย่างฉลาด
2. คำสั่งภาษาโลโก
3. วิธีสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
5. ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย

ข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. ครูและนักเรียนอภิปรายการใช้พลังงานอย่างฉลาด โดยใช้ภาพประกอบ
2. ครูอธิบายการทำงานของคำสั่งภาษาโลโก
3. ให้นักเรียนฝึกใช้คำสั่งภาษาโลโก
4. ให้นักเรียนเล่นเกมจากเกมที่กำหนดให้
5. ครูทบทวนแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนสรุปในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ในการเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
2. เลียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้
3. ออกแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ลงในกระดาษกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
4. คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกลงคอมพิวเตอร์
5. ตรวจสอบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์
2. สลับการเล่นเกมที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลาย ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER
3. คู่มือนักเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. ครูสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจบันทึกคู่มือนักเรียน
3. ตรวจผลงาน

แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 001) โดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 กิจกรรมที่ 5 เรื่องมลภาวะ เวลา 4 คาบ 200 นาที

ความคิดรวบยอด

1. การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า
2. การสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะความสัมพันธ์

ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นความสามารถ
 ในการบอกความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง
 ที่อยู่ในวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สามารถอธิบายการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ได้
2. พัฒนาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
3. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เนื้อหา

1. ทรัพยากรธรรมชาติ
2. คำสั่งภาษาโลโก
3. วิธีสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
5. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงความสำคัญของทรัพยากร การใช้ การอนุรักษ์
 และการพัฒนา

2. ครูอธิบายความหมายการทำงานของคำสั่งภาษาโลโก
3. ให้นักเรียนฝึกใช้คำสั่งภาษาโลโก

4. ให้นักเรียนเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้

5. ครูทบทวนแนวการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนสรุปในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้

2. เลียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จากเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้

3. ออกแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ลงในกระดาษกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้

4. คีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้ลงคอมพิวเตอร์

5. ตรวจสอบการสร้างเกม

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอผลงาน

ครูให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเสนอผลงานบนจอคอมพิวเตอร์

2. สลับกลุ่มการเล่นเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์แบบหลากหลาย ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และโปรแกรมคำสั่งภาษาโลโก้

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER
3. คู่มือนักเรียน

การวัดผลและการประเมินผล

1. ครูสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจบันทึกคู่มือนักเรียน
3. ตรวจผลงาน

ภาคผนวก ข
คู่มือนักเรียน

คู่มือนักเรียน

เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน การให้นักเรียนฝึกสร้างเกม
วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย

1. การเข้าโปรแกรมภาษาโลโก
2. การออกจากโปรแกรมภาษาโลโก
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.1 เนื้อหาหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 จุดประสงค์
 - 3.3 ขั้นตอนการสร้างเกม
 - 3.4 บันทึกสรุปโปรแกรมเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้
 - 3.5 แบบฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 - 3.6 ข้อเสนอแนะ

LOGO WRITER

LOGO WRITER เป็นโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่เราใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ จัดเป็นภาษาชั้นสูงภาษาหนึ่ง ใช้งานได้ทั้ง รูปแบบของการพิมพ์ เอกสารทั่วไป หรืองานออกแบบวาดภาพต่าง ๆ ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับเครื่อง โดยใช้ภาษาโลโก ด้วยการกำหนดทิศทางได้ด้วยตนเอง

การเข้าสู่โปรแกรม LOGO WRITER

1. ใส่แผ่น LOGO ที่ DRIVE A
2. เปิดสวิทช์จอภาพ และหน่วยความจำ (CPU)
3. หน้าจอภาพปรากฏตารางข้อมูล กด F10
4. หน้าจอภาพปรากฏ C ให้เปลี่ยนจาก C เป็น A
5. เรียกโปรแกรม LOGO WRITER โดยพิมพ์ LOGOWR แล้วกด ENTER จอภาพจะปรากฏโปรแกรม LOGO WRITER กด ENTER อีกครั้ง จะปรากฏจอ CONTENT PAGE
6. การเลือกชื่อต่าง ๆ ใน CONTENT PAGE ให้เลื่อนแถบสว่างขึ้น ลง โดยให้ลูกศรชื่อที่ต้องการ แล้วกด ENTER
7. ถ้าต้องการกลับไปจอ CONTENT PAGE หรือ ESC

การออกจากโปรแกรม LOGO WRITER

1. พิมพ์ DOS แล้วกด ENTER
2. เมื่อปรากฏ A แสดงว่าเลิกใช้โปรแกรม LOGO WRITER
3. ปิดสวิทช์จอภาพ และหน่วยความจำ (CPU)
4. นำแผ่น LOGO WRITER ออกจากหน่วยความจำ (CPU)
5. เมื่อทำตามข้อ 1 แล้ว จอภาพไม่ปรากฏ A แสดงว่ายังมีผลงานที่ไม่ได้เก็บบันทึก หรือยังไม่หมด ฉะนั้นจะต้องให้จอภาพว่างก่อน โดยพิมพ์ CP แล้วกด ENTER หรือตั้งชื่อ โดยใช้คำสั่ง NP" (ไม่เกิน 8 ตัวอักษร) แล้วกด ENTER
6. เริ่มต้นปฏิบัติ ข้อ 1-4 อีกครั้ง

กิจกรรมที่ 1

จุดประสงค์

1. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตด้วยกันในระบบนิเวศได้
2. สามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของห่วงโซ่อาหารได้
3. พัฒนากิจกรรมการสังเกต การวัด และการจำแนกได้
4. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 ให้ความรู้

1. อภิปรายถึงความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหาร
2. คำสั่งภาษาโลโก

FD, BK, RT, LT, PU, PD, PE, CP, CC, SETSH, STAMP

3. ฝึกใช้คำสั่ง โดยเติมจำนวนตัวเลข ตามต้องการ

3.1 ให้นักเรียนเลื่อนแถบแสงไปที่ NEWPAGE แล้วกด ENTER จะได้ภาพ
ที่มีเต่าอยู่ตรงกลาง ให้ทดลองพิมพ์คำสั่ง ขณะที่กด ENTER

ต้องคอยสังเกตการทำงานของเต่าด้วย

```
FD.....FD.....FD.....FD.....FD.....FD.....FD.....
BK.....BK.....BK.....BK.....BK.....BK.....BK.....
RT.....RT.....RT.....RT.....RT.....RT.....RT.....
LT.....LT.....LT.....LT.....LT.....LT.....LT.....
PU          STAMP      SETSH
FD.....FD.....FD.....BK.....BK.....BK.....BK.....
PD
BK.....BK.....BK.....BK.....FD.....FD.....FD.....
CP      CC      CG
```

3.2 ทำให้เต่ากลับมาที่จุดเริ่มต้นได้โดยหันหัวไปทางเดิม ทดลองพิมพ์
คำสั่งต่อไปนี้

```
HOME    PD      RT 45      FD 40      RT 45      BK 100      LT 135
FD 130    HOME
```

3.3 จะทำอย่างไรที่จะทำให้เต่ากลับมาที่เดิม อย่างอัตโนมัติ

4. เรียบอกข้อมูล A101 เกมสลายใยอาหาร ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. จับคู่สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้ 2 คู่
2. จับคู่สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ 2 คู่
3. จับคู่สัตว์ที่ถูกกินเป็นอาหาร 2 คู่
4. จับคู่สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร 2 คู่

ตอบ

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

5. ครูอธิบายขั้นตอนการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ประกอบด้วย
 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 2. กำหนดจำนวนผู้เล่น
 3. จุดมุ่งหมายในการเล่น
 4. กติกาการเล่น
 5. ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้

ชั้นที่ 2 ชั้นฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

1. ให้นักเรียนศึกษาการสร้างเกมจากเกมที่กำหนดให้ และสรุปคำสั่งที่ใช้

ในการเล่นเกม

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features ten horizontal rows of small black dots, evenly spaced vertically across the entire page. The dots are arranged in straight lines from left to right, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

2. ให้นักเรียนนำชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ในข้อ 1 มาคีย์ลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อทดลองการสร้างเกม

3. ให้นักเรียนออกแบบเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลงในกระดาษกราฟ และเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนคีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโก เกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

5. เมื่อนักเรียนสร้างเกมเสร็จแล้ว ให้เก็บบันทึกภาพไว้ในแผ่น โดยใช้คำสั่ง

ต่อไปนี้

NP" พิมพ์ชื่อไม่เกิน 8 ตัวอักษร แล้วกด ENTER

กด ESC กลับไปที่ MENU เพื่อตรวจสอบชื่อที่ถูกระบุไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ถ้านักเรียนต้องการใช้คำสั่งใหม่ที่ซ้ำกับคำสั่งเดิมให้เลื่อนลูกศรไปหาคำสั่งเดิมแล้วกด ENTER
2. สามารถพิมพ์คำสั่งหลาย ๆ คำสั่งไว้ในบรรทัดเดียวกันได้โดยเว้นวรรค 1 ครั้ง ก่อนพิมพ์คำสั่งต่อไปจนครบ แล้วกด ENTER
3. ถ้าต้องการใช้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ภาพจากหน้าจอ ใช้คำสั่ง PRINTSCREEN

กิจกรรมที่ 2

จุดประสงค์

1. สามารถอธิบายธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำได้
2. พัฒนากิจกรรมการจำแนก การสังเกต การวัด
3. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOTO WRITER

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 ให้ความรู้

1. อภิปรายธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ
2. คำสั่งภาษาโลโก
 - U : ให้นักเรียนพิมพ์ ชื่อภาพ NINJA TURTLE
 - D :
 - HT : ช้อนตัวเต่า
 - ST : แสดงตัวเต่าบนจอ
 - SET C : เปลี่ยนสีรูป ตามหมายเลขที่เลือก
 - SETT C : เปลี่ยนสีปากกา ก่อนพิมพ์ตัวอักษร
 - SETBG : กำหนดสีพื้น
3. ฝึกใช้คำสั่ง
 - 3.1 ให้นักเรียนทดลองพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้
 1. พิมพ์ STAMP กด ENTER
 2. กด F9 กดลูกศรตามต้องการ กด ESC

3. พิมพ์ HT กด ENTER
4. พิมพ์ ST กด ENTER
5. พิมพ์ SET C เติมจำนวนตัวเลข..... ตามต้องการ
แล้วกด ENT

3.2 ฝึกพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้จะบรรทัด

HOME. U. D. RT 90. PD BK 40.
LT 90 FD 80 RT 90 FD 120. PE. BK 80.
HOME PD LT 45 BK 8000

4. เปิดข้อมูล B101 สิ่งมีชีวิตในน้ำ
 1. สัตว์ที่อยู่ในน้ำมีอะไรบ้าง
 2. พืชที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง
 3. สัตว์น้ำแต่ละชนิดกินอาหารประเภทใด
 4. วิธีกินหรือจับเหยื่อเป็นอาหารของสัตว์แต่ละชนิด ใช้อวัยวะใดบ้าง
 5. ให้นักเรียนโยงเส้น ในข้อมูล B101
 - 5.1 สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร
 - 5.2 สัตว์ที่ใช้ฟันในการทำร้ายเหยื่อ ก่อนกินเป็นอาหาร
 - 5.3 สัตว์ที่ใช้ลิ้นดูด หรือตัวดักจับเหยื่อ

ตอบ.....

5. ครูทบทวนแนวการสร้างเกมที่ประกอบด้วย
 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 2. กำหนดจำนวนผู้เล่น
 3. จุดมุ่งหมายในการเล่น
 4. กติกาการเล่น
 5. คำสั่งภาษาโลโก

3. ให้นักเรียนออกแบบเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (ลงในกระดาษกราฟ)
ชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนคีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกในข้อ 3 ลงในคอมพิวเตอร์

5. เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ตั้งชื่อเก็บไว้ในแผ่น

กิจกรรมที่ 3

จุดประสงค์

1. อธิบายความสำคัญของสารอาหารแต่ละประเภทได้
2. อธิบายถึงประโยชน์และโทษของสารอาหารได้
3. พัฒนากิจกรรมการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลได้
4. สามารถสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์อย่างง่ายได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 ให้ความรู้

1. อภิปรายเกี่ยวกับสารอาหาร
2. คำสั่งภาษาโลโก

```

SLOWTUTLE  FD 50

FASTTUTLE  BK 100

SLOWTUTLE  RT 120  BK 200

SETX  80

SETX  -120

SETY  70

SETY  -60

CG

SETPOS [50  80]

SETPOS [-50  80]
```

SETPOS [-50 -80]

SETPOS [50 -80]

SETPOS [0.0]

SETH 90

NP" ชื่อ

ER PAGE" ชื่อ

ESC ดู FILENAME

3. ฝึกใช้คำสั่ง

SLOWTUTLE =

SASTTUTLE =

SETX =

SETY =

SETPOS [] =

SETH =

NP" =

ERPAGE =

ESC =

4. ให้นักเรียนเปิดข้อมูล C101 สารอาหาร

1. สารอาหารมีอะไรบ้าง

2. สารอาหารประเภทใดบ้างที่ร่างกายต้องการ

3. สารอาหารประเภทใดที่ร่างกายขาดจะทำให้เกิดโทษ

4. ให้นักเรียนเล่นเกม C101

4.1 อาหารประเภทใดที่ทำให้ปวดฟัน

4.2 ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ต้องรับประทานอาหารประเภทใด

4.3 อาหารที่รับประทานเข้าไปช่วยบำรุงสายตา คืออาหารชนิดใด

4.4 ถ้าคนขาดสารไอโอดีนจะทำให้เป็นโรคอะไร

5. คุรทบทวนแนวการสร้างเกมที่ประกอบด้วย

5.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.2 กำหนดจำนวนผู้เล่น

5.3 จุดมุ่งหมายการเล่น

5.4 กติกาการเล่น

5.5 คำสั่งภาษาโลโกที่ใช้

ขั้นที่ 2 ฝึกสร้างเกม

1. ให้นักเรียนศึกษาการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์จากเกมสารอาหาร แล้วเขียนสรุปชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ในการสร้าง

2. ให้นักเรียนนำชุดคำสั่งภาษาโลโกที่เขียนในข้อ 1 มาคีย์ลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อทดลองเขียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

3. ให้นักเรียนออกแบบเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (ลงในกระดาษกราฟ)
ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้

4. ให้นักเรียนคีย์คำสั่งในข้อ 3 ลงในคอมพิวเตอร์

5. เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ตั้งชื่อเก็บภาพไว้ในแผ่น

กิจกรรมที่ 4

จุดประสงค์

1. สามารถอธิบายสถานการณ์ใดบ้างที่ใช้พลังงานอย่างประหยัดได้
2. พัฒนทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมายข้อมูล
3. สร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์อย่างง่ายได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

สื่อการสอน

เครื่องคอมพิวเตอร์

แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ให้ความรู้

1. อภิปรายเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์
2. คำสั่งภาษาโลโก

	FD 40	RT 90
FD 50	RT 120	FD 40
FD 50	RT 120	FD 40
FD 50	RT 120	FD 40

เป็นคำสั่งที่เหมือนกันทั้ง 3, 4 คำสั่ง สามารถรวมคำสั่งทั้ง 3, 4

เป็นคำสั่งเดียว ใช้คำสั่ง REPEAT ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

REPEAT 3[FD 50 RT 120]

REPEAT 4[FD 40 RT 90]

3. ฝึกใช้คำสั่ง

```

REPEAT      3[FD 15  RT 45]
REPEAT      5[FD 75  RT 144]
REPEAT      10[FD 50 BK 20 RT 36]
REPEAT      36[FD 10 RT 10]
REPEAT      36[DF 10 LT 10]
REPEAT      360[PU DF 65 PD FD 1 BK 1 PU BD 65
                PD RT 1 J

```

หมายเหตุ เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจการทำงานของเต้าให้นักเรียนพิมพ์คำสั่ง SLOWTURTLE
ถ้าต้องการให้หยุดการทำงานพิมพ์คำสั่ง S
จำนวนตัวเลขในวงเล็บและนอกวงเล็บมีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

.....
.....

4. ให้นักเรียนเปิดข้อมูล D101 การใช้พลังงานอย่างฉลาด

ให้นักเรียนลองช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ ถ้าตอบถูกให้ทำรูปดาวขึ้นมา 1 รูป

4.1 พลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเรามีอะไรบ้าง

4.2 พลังงานใดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

4.3 ปิดน้ำทุกครั้งที่ใช้ ถูกหรือผิด

4.4 เปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ตลอดวัน ถูกหรือผิด

4.5 เสียบปลั๊กไฟฟ้าทิ้งไว้ โดยไม่ต้องดึงออก ถูกหรือผิด

เมื่อนักเรียนทำมาถึงตอนนี้นักเรียนมีคำตอบ 5 คำตอบ และดาว 5 ดวง

5. คุรทบทวนการสร้างเกม

กิจกรรมที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถอธิบายความหมายของการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ได้
2. พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ
3. สร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

สื่อการสอน เครื่องคอมพิวเตอร์

แผ่นบันทึกโปรแกรม LOGO WRITER

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้

1. อภิปรายเกี่ยวกับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
2. คำสั่งภาษาโลโก

HT

TELL 0

ST

HT

TELL 1

ST

HT

TELL 2

ST

HT

TELL 3

ST

HT

CP

HT

TELL [1 2] ST

HT

TELL ALL ST

STAMP

REPEAT 5[CPD STAMP PU FD 20]

REPEAT 4[FD 60 STAMP RT 90 FD 40]

3. ฝึกใช้คำสั่ง และสรุปการทำงานของคำสั่ง

TELL =

STAMP =

4. ให้นักเรียนเปิดข้อมูล E101 มลภาวะ

1. ทรัพยากรอะไรที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าตอบถูกให้เรียกภาพมา 1 ภาพ
2. นักเรียนควรทิ้งขยะไม่เป็นที่เส้นทาง ถ้าตอบถูกให้เรียกภาพมา 1 ภาพ
3. ทิ้งขยะลงแม่น้ำ ทำให้บ้านสะอาด ถ้าตอบถูกให้เรียกภาพมา 1 ภาพ
4. ควรตัดต้นไม้ให้หมดโลก ถ้าตอบถูกให้เรียกภาพมา 1 ภาพ
5. โรงงานต่าง ๆ ปล่อยควันพิษไปในอากาศทำให้อากาศบริสุทธิ์
ถ้าตอบถูกให้เรียกภาพมา 1 ภาพ

5. ครูทบทวนการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2 ฝึกสร้างเกม

1. ให้นักเรียนศึกษาการสร้างเกมมัลภาวะ แล้วเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้ มีดังนี้
 2. ให้นักเรียนนำชุดคำสั่งภาษาโลโกในข้อ 1 มาคีย์ลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อเลียนแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
 3. ให้นักเรียนออกแบบการสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในกระดาษกราฟ และชุดคำสั่งภาษาโลโกที่ใช้
4. ให้นักเรียนคีย์ชุดคำสั่งภาษาโลโกในข้อ 3 ลงในคอมพิวเตอร์
5. เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ตั้งชื่อภาพเก็บภาพไว้ในแผ่น

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 60 ข้อ เวลาทำ 60 นาที
3. การตอบให้ตอบข้อที่ถูกที่สุด เพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค และ ง โดยขีดเครื่องหมาย x ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง ข้อใดเป็นการสังเกต

- ก. จุดไฟที่ไล่เทียน
- ข. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
- ค. หน้ะลูกไหม้เทียนไขไหลเยิ้มลงมา
- ง. ใช้ดินน้ำมันยึดเทียนไขให้ติดกับโต๊ะ

เฉลย

คำตอบที่ถูกที่สุดคือ

ก	ข	ค	ง
	X		

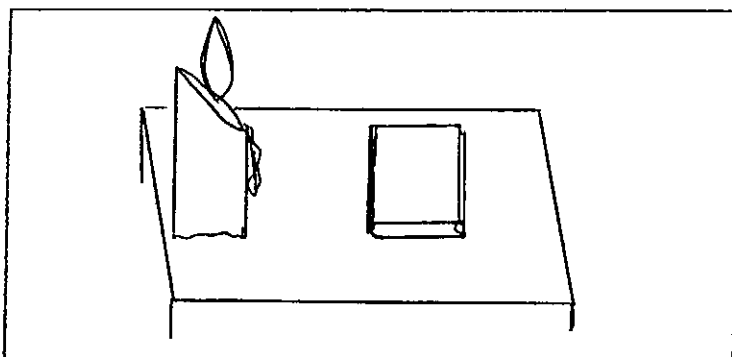
ถ้านักเรียนต้องเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิม จึงขีดคำตอบใหม่ดังนี้

ก	ข	ค	ง
	= X	X	

4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต

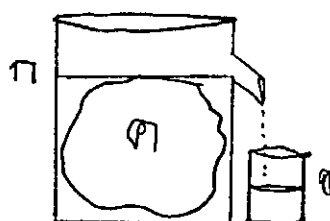
จากภาพ ให้อ่านคำถามข้อ 1-3



1. ข้อมูลใดเป็นการสังเกตเชิงปริมาณของเทียนไข
 - ก. เทียนไขกำลังลุกไหม้
 - ข. แผลวเทียนไขจะเคลื่อนไหวไปมา
 - ค. เนื้อเทียนไขทำมาจากไขปลาวาฬ
 - ง. เทียนไขยาวประมาณ 2 เซนติเมตร
2. คำถามข้อใดที่บอกลักษณะการตั้งของเทียนไข
 - ก. เทียนไขตั้งอยู่ริมใกล้หนังสือ
 - ข. เทียนไขตั้งอยู่บนโต๊ะเขียนหนังสือ
 - ค. เทียนไขตั้งอยู่บนโต๊ะด้านซ้ายมือของผู้สังเกต
 - ง. เทียนไขตั้งอยู่ริมโต๊ะด้านขวามือของผู้สังเกต
3. กรอบภาพนี้ถ้าประมาณค่าด้วยสายตา จะมีความกว้างและความยาวกี่เซนติเมตร
 - ก. กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร
 - ข. กว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร
 - ค. กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร
 - ง. กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร

4. ในการสังเกตเทียนไขก่อนจุด ข้อมูลใดที่ไม่ใช่ข้อมูลการสังเกต
 - ก. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
 - ข. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
 - ค. เทียนไขมีเนื้อละเอียดผิวมัน
 - ง. เทียนไขมีรูปทรงหลายเหลี่ยม
5. เมื่อจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว จะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. ในไม่ช้าเทียนไขจะดับ
 - ข. เปลวเทียนไขจะหยุดนิ่ง
 - ค. เทียนไขจะให้ความร้อนน้อยลง
 - ง. เปลวเทียนไขจะไม่สว่างเพราะอยู่ในครอบแก้ว
6. เมื่อนำด่างทับทิม 2-3 เกล็ด ใส่ลงในแก้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. น้ำในแก้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง
 - ข. ด่างทับทิมมีน้ำหนักเบา ลอยน้ำได้
 - ค. ด่างทับทิมมีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ
 - ง. ด่างทับทิมค่อยจมน้ำและน้ำในแก้วเปลี่ยนเป็นสีแดง
7. มีนักเรียนคนหนึ่งเฝ้ามองดูจิ้งจกและหลายครั้งที่เห็นว่าเวลาจิ้งจกหิวนมที่วิ่งไล่สามารถเอาตัวรอดไปได้แต่ถึงหากที่กระดกกระดิกได้ หลายวันผ่านไป นักเรียนก็เห็นจิ้งจกตัวนั้นอีกพร้อมมีหางออกมาใหม่ การกระทำของนักเรียนอยู่ในขั้นใดของการทางวิทยาศาสตร์
 - ก. การสังเกต
 - ข. การนำไปใช้
 - ค. การบันทึกข้อมูล
 - ง. การตั้งสมมติฐาน
8. ห้องปรับอากาศที่เย็นดี บรรยากาศอบอุ่นด้วยความรัก ข้อความดังกล่าว แสดงว่าใช้ประสาทสัมผัสได้
 - ก. ทางตา
 - ข. ทางลิ้น
 - ค. ทางจมูก
 - ง. ทางการสัมผัส

9. เมื่อจุ่มมือซ้ายในถังน้ำร้อน จุ่มมือขวาในถังน้ำผสมน้ำแข็ง และจุ่มมือทั้งสองในถังน้ำที่อุณหภูมิห้องพร้อมกัน ผลจะเป็นอย่างไร
- มือซ้ายรู้สึกเย็น มือขวารู้สึกร้อน
 - มือซ้ายจะรู้สึกร้อน มือขวารู้สึกเย็น
 - มือซ้ายรู้สึกร้อนกว่ามือขวาเล็กน้อย
 - ทั้งมือซ้ายและขวารู้สึกไม่แตกต่างกัน
10. จากภาพการทดลองนี้ ข้อใดเป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลง



- ภาพนี้เป็นการทดลองการหาปริมาตรของวัตถุ ค โดยแทนที่น้ำ
- ผลการทดลองนี้สามารถนำไปคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของวัตถุ ค ได้
- วัตถุ ค จมอยู่ในภาชนะ ก มีน้ำอยู่ในภาชนะ ข
- น้ำหนักของวัตถุ ค จะเท่ากับน้ำหนักในน้ำภาชนะ ข

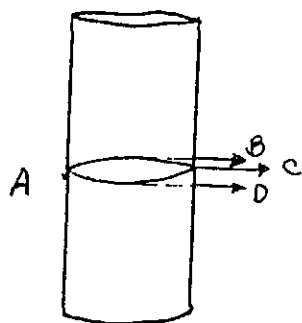
ทักษะการวัด

11. จากภาพเป็นเครื่องมือใช้สำหรับทำอะไร



- หาความจุของน้ำ
- หาน้ำหนักของน้ำ
- หาปริมาตรของน้ำ
- หาความหนาแน่นของน้ำ

12. พิจารณาจากภาพ ระดับน้ำในกระบอกตวงอยู่ในข้อใด



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

13. มวลของก้อนหิน หาได้โดยวิธีใด

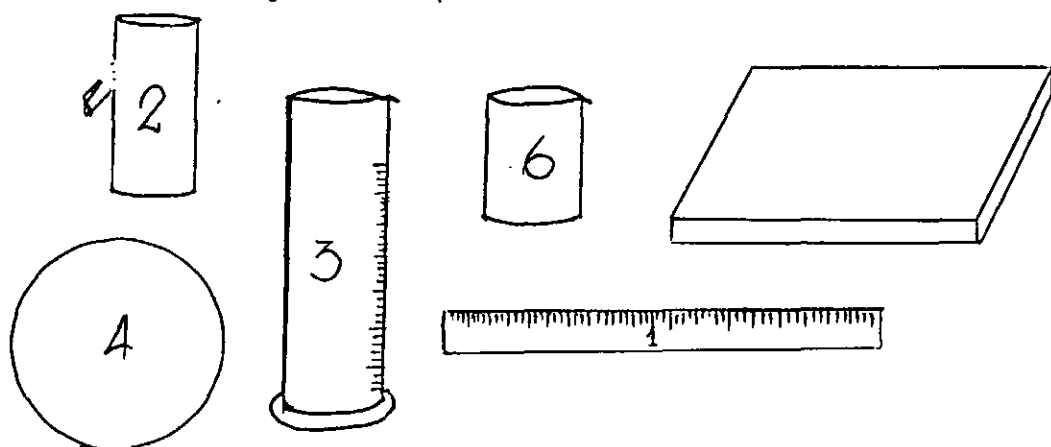
ก. การชั่ง

ข. การวัด

ค. การตวง

ง. การแทนที่น้ำ

14. จากภาพ ข้อใดจับคู่ระหว่างวัตถุและเครื่องมือการวัดปริมาตรได้เหมาะสม



ก. 1-4; 2-5; 3-6

ข. 1-5; 2-4; 3-6

ค. 1-4; 2-6; 3-5

ง. 1-6; 2-5; 3-4

15. ในการหาปริมาตรเหรียญ 1 บาท 10 บาท ต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง
 - ก. ไม้บรรทัด ปิกเกอร์ หลอดฉีดยา
 - ข. กระบอกตวง หลอดฉีดยา ไม้บรรทัด
 - ค. ถ้วยยูเรก้า ปิกเกอร์ หลอดฉีดยา
 - ง. ไม้บรรทัด หลอดฉีดยา กระบอกตวง
16. ข้อใดบอกวิธีใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม
 - ก. วัดปริมาตรของน้ำด้วยหลอดทดลอง
 - ข. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของห้อง
 - ค. วัดความยาวของต้นไม้ด้วยไม้เมตร
 - ง. เอามือแตะตัวผู้ป่วยเพื่อตรวจดูได้
17. หน่วยในการวัดน้ำหนักของร่างกายควรเป็นข้อใด
 - ก. ตัน
 - ข. กรัม
 - ค. ปอนด์
 - ง. กิโลกรัม
18. หน่วยการวัดที่ใช้กับเนื้อที่ปลูกสร้างโรงเรียน ควรเป็นข้อใด
 - ก. เนื้อที่ 50 ไร่
 - ข. เนื้อที่ 3,000 งาน
 - ค. เนื้อที่ 2,000 เมตร
 - ง. เนื้อที่ 7,500 ตารางวา
19. ใช้เครื่องมือชุดใดวัดเส้นรอบวงของยางรถยนต์
 - ก. ไม้บรรทัด ดินสอ แผ่นกระดาษ
 - ข. ไม้บรรทัด ลวด ดินสอ
 - ค. เชือก ไม้บรรทัด เทปใส
 - ง. เชือก ไม้บรรทัด ดินสอ
20. ถ้าต้องการวัดความกว้าง ยาวของห้องเรียน ควรใช้เครื่องมือชนิดใด
 - ก. สายวัดตลับ
 - ข. ไม้บรรทัด
 - ค. ไม้เมตร
 - ง. สายวัด

ทักษะการจำแนกประเภท

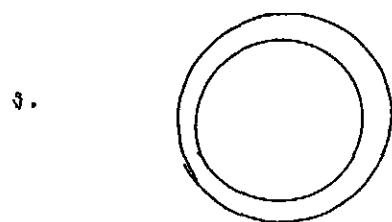
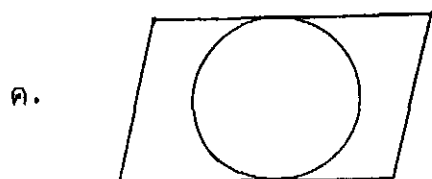
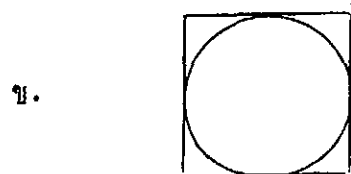
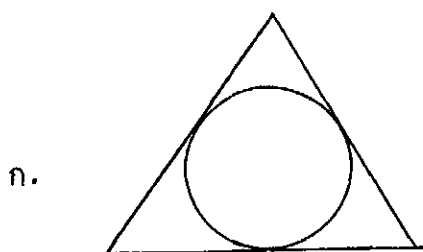
21. ข้อใดเป็นการแบ่งผลไม้ตามรส

- ก. ถั่ว ระกำ
- ข. ส้ม ลิ้นปะรด
- ค. ฝรั่ง ทูเรียน
- ง. มะละกอ มะขาม

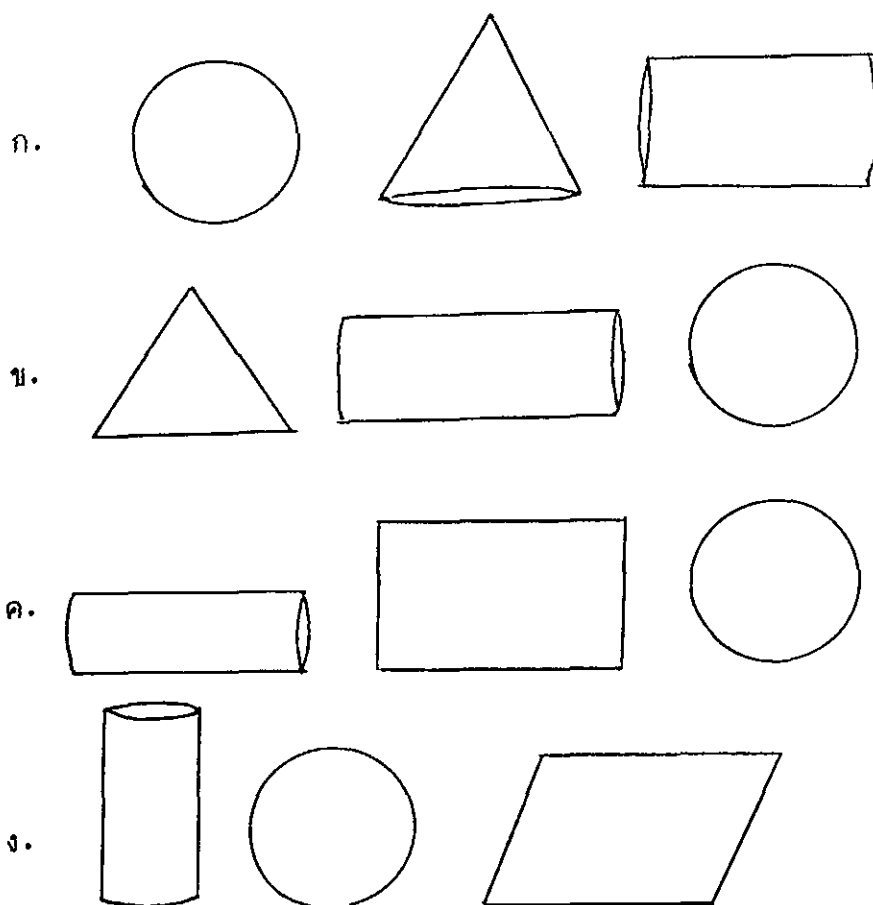
22. ข้อใดจัดเป็นพวกเดียวกัน

- ก. แก้ว เข็ม ดินสอ ด้าย
- ข. สมุด ดินสอ ปากกา ยางลบ
- ค. เรือ กระบอก เครื่องบิน ตะเกียง
- ง. กระสวย กรรไกร หลอดด้าย แท่งเหล็ก

23. ข้อใดไม่จัดอยู่ในพวกเดียวกัน



24. ข้อใดจัดเป็นการจัดแบ่งภาพที่มีเส้นขอบโค้ง



25. ข้อใดเป็นลักษณะร่วมของงู ไล่เตียน นก กระต่าย

- ก. ออกลูกเป็นตัว
- ข. มีกระดูกสันหลัง
- ค. เป็นสัตว์เลี้ยงในบ้าน
- ง. ต้องการน้ำและอาหาร

26. ใช้เกณฑ์ข้อใด ในการจัด ช้าง ม้า วัว กระบือ

- ก. จำนวนขา ช่วงอายุ
- ข. ลักษณะเท้า และอายุ
- ค. เป็นสัตว์เลี้ยงที่ใช้ประโยชน์
- ง. ชนิดของอาหารและลักษณะเท้า

27. การจัดแบ่งอาหารต่อไปนี้ ไข่พะโล้ ผัดถั้วฝักยาว ผอ่ยทอง กล้วยยบวคซี เงาะ สับปะรด โดยใช้สารอาหารเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้กี่พวก

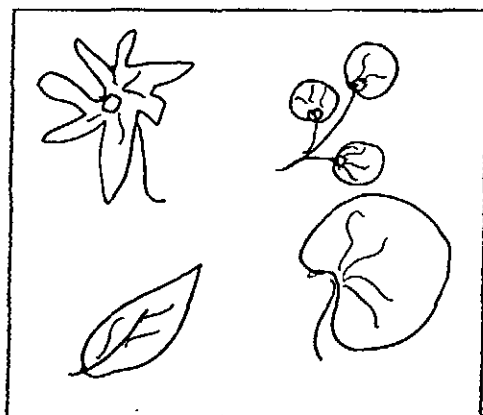
ก. 1 พวก

ข. 2 พวก

ค. 3 พวก

ง. 4 พวก

28. ใบไม้ในรูปเล็ก จัดเข้าพวกเดียวกับใบไม้ต่าง ๆ ในรูปใหญ่เมื่อใช้อะไรเป็นเกณฑ์



ก. รูปทรงของใบไม้

ข. เส้นกลางใบ

ค. ขนาดของใบ

ง. เส้นขอบใบ

29. ถ้าแบ่งพืชออกเป็น 2 พวก ดังนี้

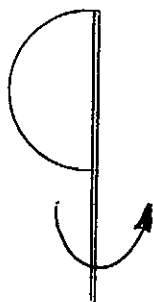
พวกที่ 1	พวกที่ 2
มะลิ กุหลาบ หางนกยูง หงอนไก่	แตงโม ฟักทอง มะเขือเทศ สับปะรด

ข้อใดใช้เกณฑ์ในการแบ่ง

- ก. ลักษณะของใบ
 - ข. ขนาดของลำต้น
 - ค. ประโยชน์ที่ได้รับ
 - ง. ไม้ดอกและไม้ผล
30. ถ้าแบ่งสัตว์ โดยใช้จำนวนขาเป็นเกณฑ์ สัตว์ชนิดใดควรอยู่พวกเดียวกับเต่า
- ก. ปู
 - ข. ไก่
 - ค. แมว
 - ง. แมงมุม

ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

31. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้ ดังภาพ หมุนอย่างรวดเร็วจะเห็นเป็นภาพใด



- ก. ทรงกลม
- ข. ทรงกรวย
- ค. ทรงกระบอก
- ง. สามเหลี่ยมด้านเท่า

32. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้ ดังภาพ หมุนอย่างรวดเร็วจะเห็นเป็นภาพใด



ก. พีระมิต

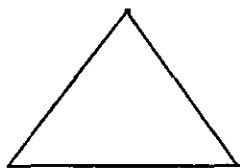
ข. ทรงกรวย

ค. ทรงกระบอก

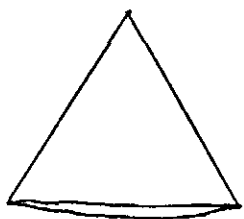
ง. สามเหลี่ยมด้านเท่า

33. ภาพใดเป็นภาพวัตถุ 3 มิติ

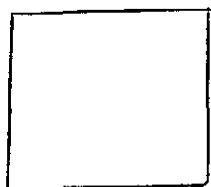
ก.



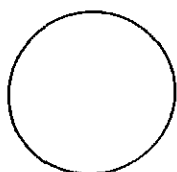
ข.



ค.



ง.



34. ภาพใดเป็นภาพวัตถุ 2 มิติ

ก. แผ่นกระดาษ ผ้า

ข. แก้วน้ำ เทียนไข

ค. ดินสอ ปากกา

ง. หนังสือ สมุด

35. ถ้าหมุนภาพต่อไปนี้ ครึ่งรอบ จะเป็นภาพในข้อใด



ก.



ข.



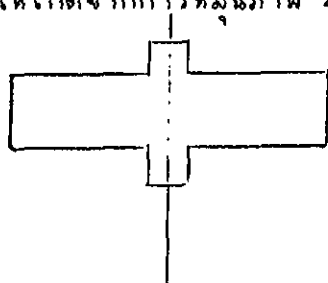
ค.



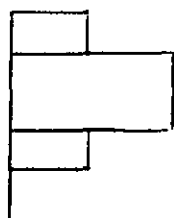
ง.



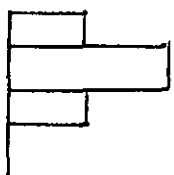
36. จากภาพ 3 มิตินี้กำหนดให้เกิดจากการหมุนภาพ 2 มิตินี้ข้อใด



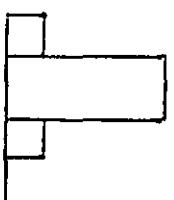
ก.



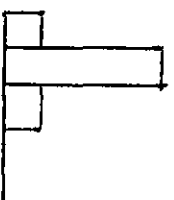
ข.



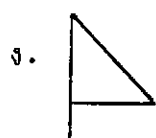
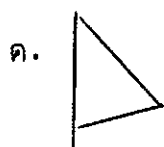
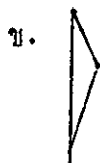
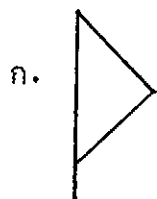
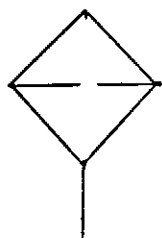
ค.



ง.



37. จากภาพ 3 มิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนภาพ 2 มิติใด



38. กล้องนูนรูปสี่เหลี่ยม และรูปสามเหลี่ยม จัดอยู่ในข้อใด

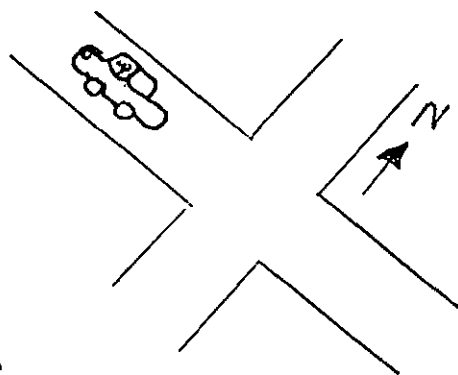
ก. 2 มิติ

ข. 3 มิติ

ค. รูปทรงเหลี่ยม

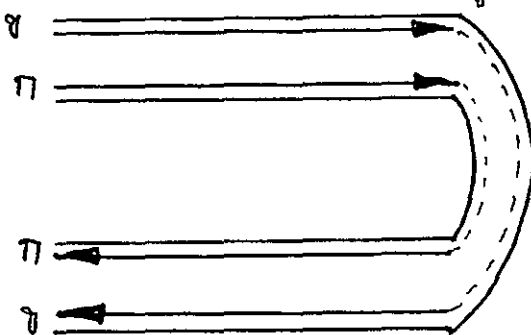
ง. รูปทรงเรขาคณิต

39. จากภาพ รถยนต์คันนี้ วิ่งไปทางทิศใด



- ก. ทิศใต้
- ข. ทิศเหนือ
- ค. ทิศตะวันออก
- ง. ทิศตะวันตก

40. ก และ ข วิ่งตามทางโค้ง ก อยู่โค้งด้านใน ข อยู่โค้งด้านนอก แต่ทั้งสองวิ่งมาถึงจุดหมายปลายทางพร้อมกัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ก และ ข วิ่งเร็วเท่ากัน
- ข. ก วิ่งเร็วกว่า ข
- ค. ข วิ่งเร็วกว่า ก
- ง. ก และ ข ใช้ระยะทางวิ่งเท่ากัน

ทักษะการคำนวณ

คำสั่ง ตารางผลบันทึกความยาว กว้าง หนา ของยางลบก้อนหนึ่งใช้ตอบคำถามข้อ 41-43

คนที่	ยาว (ซม.)	กว้าง (ซม.)	หนา (ซม.)
1	3.1	1.5	1.1
2	2.8	1.6	0.9
3	2.9	1.5	0.8
4	3.2	1.6	1.2
5	3	1.5	0.8

41. ความยาวเฉลี่ยของยางลบมีค่าเท่าไร

- ก. 2.0 เซนติเมตร
- ข. 2.9 เซนติเมตร
- ค. 3.0 เซนติเมตร
- ง. 3.2 เซนติเมตร

42. ความยาวเฉลี่ยของยางลบมีค่าเท่าไร

- ก. $\frac{(15 \times 3) + (1.6 \times 2)}{5}$
- ข. $\frac{1.5 + 1.6 + 1.5 + 1.6 + 1.5}{5}$
- ค. $\frac{1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.6 + 1.6}{5}$
- ง. ถูกทุกข้อ

43. นักเรียนคนใดคิดความหนาได้ใกล้เคียงค่าเฉลี่ยมากที่สุด

- ก. คนที่ 1
- ข. คนที่ 2
- ค. คนที่ 3
- ง. คนที่ 4

คำสั่ง ตารางบันทึกผลการหาค่าประมาณค่ากับค่าที่วัดได้ของดินน้ำมันรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ใช้ตอบคำถามข้อ 44-46

ดินน้ำมัน	ยาว	กว้าง(ซม.)	หนา (ซม.)	มวล (กรัม)	ปริมาตร(ซม.)
ค่าประมาณ	7.0	3.0	2.5	40.0	72.0
ค่าที่วัดได้	5.5	4.6	1.2	78.2	58.6

44. ให้นักเรียนเปรียบเทียบค่าประมาณและค่าที่วัดได้ ข้อมูลใดแตกต่างกันมากที่สุด

- ก. หนา
- ข. มวล
- ค. กว้าง
- ง. ปริมาตร

45. ให้นักเรียนเปรียบเทียบค่าประมาณและค่าที่วัดได้ ข้อมูลใดใกล้เคียงกันมากที่สุด

- ก. ยาว
- ข. หนา
- ค. กว้าง
- ง. ปริมาตร

46. ปริมาตรของดินน้ำมันระหว่างค่าประมาณ และค่าที่วัดได้ มีความแตกต่างกันอย่างไร

- ก. 13.4
- ข. 58.6
- ค. 118.2
- ง. 130.6

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่าง ๆ แล้วตอบคำถาม
ข้อ 47-49

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (KM)	อุณหภูมิของอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
0	47.5
2	16.5
4	5.5
6	-5.5
8	-16.5
10	-27.5

47. ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 KM อุณหภูมิของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร
- 0 $^{\circ}\text{C}$
 - 5.5 $^{\circ}\text{C}$
 - 5.5 $^{\circ}\text{C}$
 - 27.5 $^{\circ}\text{C}$
48. ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดลงอีกเป็น -38.5 $^{\circ}\text{C}$ ณ ที่นั้นจะสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเท่าไร
- 4 KM
 - 9 KM
 - 10 KM
 - 12 KM
49. ถ้าความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 2 KM อุณหภูมิของอากาศจะอ่านได้เท่าใด
- 16.5 $^{\circ}\text{C}$
 - 27.5 $^{\circ}\text{C}$
 - 38.5 $^{\circ}\text{C}$
 - 49.5 $^{\circ}\text{C}$

50. ถ้าต้องการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักนักเรียนทั้งหมด จะหาได้อย่างไร

- ก. น้ำหนักนักเรียนทั้งหมดรวมกัน
- ข. ผลบวกน้ำหนักนักเรียนทั้งหมด
จำนวนนักเรียนทั้งหมด
- ค. น้ำหนักนักเรียนทั้งหมด $\times$ จำนวนนักเรียน
- ง. น้ำหนักนักเรียนทั้งหมด $+$ จำนวนนักเรียน

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

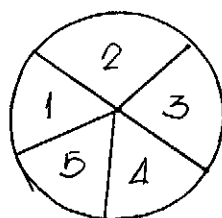
51. ถ้านักเรียนต้องการบันทึกอุณหภูมิของอากาศในเวลา 7.00 น. ของทุก ๆ วันเป็นเวลา 5 วัน นักเรียนจะเลือกวิธีจัดบันทึกตามข้อใด

- ก. วันที่ 1 C
วันที่ 2 C
วันที่ 3 C
วันที่ 4 C

ข.

วันที่	1	2	3	4

ค.



ง.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิเวลา 7.00 น.
1. เม.ย. 26	
2. เม.ย. 26	
3. เม.ย. 26	
4. เม.ย. 26	
5. เม.ย. 26	

52. เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะส่วนต่าง ๆ ของยุง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองตามข้อใด

ก.

ส่วนต่าง ๆ ของยุง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	หนวด	
	ปาก	
อก	ปีก	
ท้อง	ขา	

- ข. 1. หัวมีลักษณะ..... 5. ปีกมีลักษณะ.....
 2. หนวดมีลักษณะ..... 6. ขามีลักษณะ.....
 3. ปากมีลักษณะ..... 7. ท้องมีลักษณะ.....
 4. ตามีลักษณะ.....

ค.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
ยูง	

ง.

ที่	หัว	หมวด	ปาก	ตา	ปีก
1					
2					
3					
4					
5					
6					

53. นักธรรมชาติวิทยาออกไปสังเกตนกในป่า แห่งหนึ่ง พบว่า ในเวลา 5 ชั่วโมงมี นกหลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณป่าดังนี้ กา 5 ตัว นกกางเขน 2 ตัว นกขมิ้น 4 ตัว นกเขาและนกกระจาบบอย่างละ 6 ตัว นกเอี้ยง 10 ตัว จากข้อมูลนี้จะนำเสนอมูลใดจึงจะสะดวกแก่ผู้ศึกษา

ก.

ชนิดของนก	จำนวน
นกเอี้ยง	10
กา	5
นกขมิ้น	4
นกกระจาบบ, นกเขา	6
นกกางเขน	2

- ข. ชนิดและจำนวนที่สังเกตในเวลา 5 ชั่วโมง

ชนิดของนก	จำนวน
นกกางเขน	2
นกขมิ้น	4
กา	5
นกเขา	6
นกกระจาบบ	6
นกเอี้ยง	10

ค.

2 ตัว	4 ตัว	5 ตัว	6 ตัว	10 ตัว
นกนางเขน	นกขมิ้น	กา	นกเขา นกกระจาบ	นกเอี้ยง

ง.

กา	นกนางเขน	นกขมิ้น	นกเขา	นกกระจาบ	นกเอี้ยง
5	2	4	6	6	10

54. ใช้กระป๋องนมขนาดเดียวกัน 3 ใบ ใส่ดินทราย น้ำ อย่างละเท่า ๆ กัน วัดอุณหภูมิของดิน ทราย และน้ำ ได้ 30, 30 และ 28 ตามลำดับ นำกระป๋องทั้ง 3 ใบ ไปไว้กลางแดด 10 นาที วัดอุณหภูมิอีกครั้งได้ 33, 33 และ 30 ตามลำดับ จะออกแบบตารางทดลองอย่างไรจึงจะครอบคลุมทั้งหมด

ก.

	อุณหภูมิก่อนวางกลางแดด (°C)	อุณหภูมิในร่ม (°C)
ดิน	30	33
ทราย	30	33
น้ำ	28	30

ข.

	ดิน	ทราย	น้ำ
อุณหภูมิในร่ม (°C)	33	33	30
อุณหภูมิหลังวาง กลางแดด (°C)	36	38	31

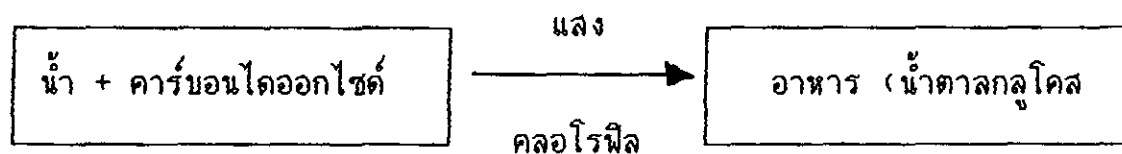
ค.

	อุณหภูมิก่อนวาง กลางแดด ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิเมื่อวาง กลางแดด 10 นาที ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิเมื่อหลังวาง กลางแดด 10 นาที ($^{\circ}\text{C}$)
ดิน	30	36	33
ทราย	30	38	33
น้ำ	28	31	30

ง.

	ดิน ($^{\circ}\text{C}$)	ทราย ($^{\circ}\text{C}$)
อุณหภูมิในร่ม	30	30
อุณหภูมิเมื่อวางกลางแดด	33	33
อุณหภูมิหลังวางกลางแดด	36	38

55. คำตอบใดที่เป็นการอ่านสมการข้างล่างนี้



- ก. เป็นขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
- ข. น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสังเคราะห์แสง
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสังเคราะห์แสง
- ง. คลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสังเคราะห์แสง

คำสั่ง คำตอบต่อไปนี้คำตอบข้อ 56-59

ก.

ที่	รายการ	อุณหภูมิ

ข. ปริมาตร

50

40

30

20

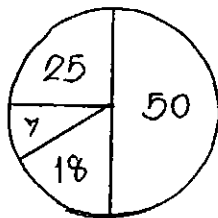
10

วันที่

ค.

วันที่	จำนวน
.....	
.....	

ง.



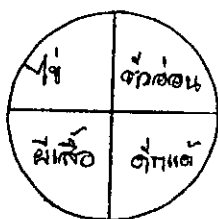
56. นักเรียนจะนำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนระหว่าง วันที่ 10-20 มิถุนายน 2525 ซึ่งมีปริมาณ ดังนี้
20 , 60 , 25 , 30 , 10 , 15 , 60 , 30 , 20 , 40 , 30 ,
45 เซนติเมตร จะบันทึกในตารางใด
57. จำนวนผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งรวมในรอบปี 1 ปี พบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยโรคต่าง ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์นักเรียนจะใช้วิธีอย่างไรจึงเข้าใจได้ง่าย
58. ถ้าจะบันทึกอุณหภูมิของอากาศบนเขาใหญ่ในรอบ 1 สัปดาห์ จะบันทึกอย่างไร จึงจะเหมาะสม
59. ถ้านักเรียนเป็นหัวหน้าห้องต้องทำรายงานการขาดเรียนจะใช้วิธีบันทึกอย่างไร จึงจะเหมาะสม

60. ถ้านักเรียนจะเขียนแสดงวงจรชีวิตของผีเสื้ออย่างไร

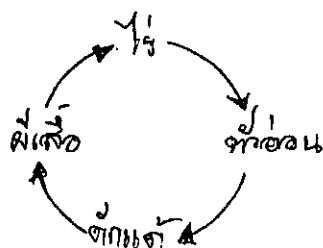
ก. ไข่ $\longrightarrow$ ตัวอ่อน $\longrightarrow$ ดักแด้ $\longrightarrow$ ผีเสื้อ

ข. ผีเสื้อ $\rightleftharpoons$ ดักแด้ $\rightleftharpoons$ ตัวอ่อน $\rightleftharpoons$ ไข่

ค.



ง.



ภาคผนวก ง
คำชี้แจงวิธีตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงวิธีตอบแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบนี้เรียกว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบนี้มี 2 ข้อคำถาม เป็นคำถามเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์และสมมติว่า
3. เวลาที่ใช้ตอบคำถาม คำถามละ 20 นาที ซึ่งคณะกรรมการคุมสอบจะเป็นผู้บอกให้ตอบคำถาม หรือหยุดตอบคำถามเมื่อหมดเวลา
4. ให้นักเรียนตอบคำถาม ให้ได้คำตอบมากที่สุดเท่าที่จะตอบคำถามได้โดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบ

ตัวอย่าง

คำถาม : ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของกระดาษหนังสือพิมพ์ที่อ่านแล้ว นำมาใช้ทำอะไรได้บ้าง

คำตอบ : ใช้ห่อขนม ใช้ห่อของ ใช้ห่อเสื้อผ้า ใช้พับกล่อง ใช้พับตุ๊กตา ใช้เพาะเห็ด ใช้ทำแจกัน ใช้ทำที่เชิษบุหรี เป็นต้น

คำถามที่ 1 การใช้ประโยชน์ ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของต้นสักซึ่งมีมากในจังหวัด
ทางภาคเหนือของประเทศไทย สามารถนำต้นสักมาทำอะไรได้บ้าง ตอบมาให้มากที่สุด

- ตอบ 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....
- 15.....
- 16.....
- 17.....
- 18.....
- 19.....
- 20.....

คำถามที่ 2 สมมติว่า เหตุการณ์นี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน และให้นักเรียนพิจารณาว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง จากเหตุการณ์นี้มาให้มากที่สุด ถ้าในโลกนี้ เกิดมีต้นไม้ที่มีใบเป็นขนบัตร์ และออกผลเป็นเหรียญ 10 บาท จะทำให้เกิดอะไรขึ้นบ้าง

- ตอบ 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....
- 15.....
- 16.....
- 17.....
- 18.....
- 19.....
- 20.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวเขมิกาญจน์ ชื่อสกุล ทองมา
 เกิดวันที่ 10 สิงหาคม พุทธศักราช 2499
 สถานที่เกิด จังหวัดตาก
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 698 ถนนตากสิน อำเภอเมือง จังหวัดตาก
 โทร. 511665 (055)
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก
 โทร. (055) 511031, 514067

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2510	ประถมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนบ้านแม่ต๋านราษฎร์บำรุง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก
พ.ศ. 2513	ประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนเมืองตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก
พ.ศ. 2516	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนผดุงปัญญาตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก
พ.ศ. 2518	มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนตากพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดตาก
พ.ศ. 2522	พ.ศ. จากกองส่งเสริมวิทยฐานะ กรมการฝึกหัดครู
พ.ศ. 2524	พ.ม. จากกองส่งเสริมวิทยฐานะ กรมการฝึกหัดครู
พ.ศ. 2526	ศษ.บ. จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ. 2539	กศ.ม. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร