

391.39445

๑๑๑๑

๕.๖

การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรม
ด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

12 S.A. 2537

ปริญญานิพนธ์

ของ

เอมอร กิตติภักเมธา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

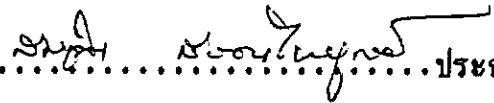
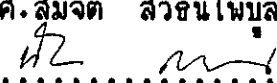
มกราคม 2537

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

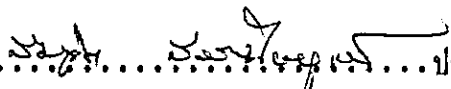
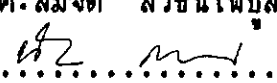
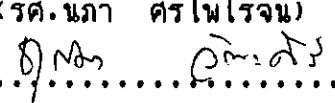
192003

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

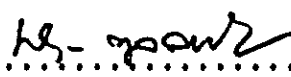
คณะกรรมการควบคุม

..........ประธาน
(ผศ.สมจิต สวชนไพบูลย์)
..........กรรมการ
(รศ.นิภา ศรีไพโรจน์)

คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(ผศ.สมจิต สวชนไพบูลย์)
..........กรรมการ
(รศ.นิภา ศรีไพโรจน์)
..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 11 เดือน มกราคม พ.ศ. 2537

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับพระราชทาน "ทุนภูมิพล"

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ภา ศรีไพโรจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นกำลังใจอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมจิต สมิตถพันธ์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุปผชาติ ทันทิกรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บงกชพันธ์ ทองงาม ดร.เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา อาจารย์บุษยาณี ปุชิตากร อาจารย์สมศรี เจิ้งไพจิตร อาจารย์สุจิตรา ลำไย อาจารย์อุบล ศรีล่อง ที่ได้ช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจสอบแก้ไข เครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวด วิทยาศาสตร์ และขอใจนักเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองงานวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญาโทเอกการมัธยมศึกษาทุกท่าน และครอบครัว กิตติภัทเมธา ที่ได้แนะนำช่วยเหลือเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณแต่ บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอมอร กิตติภัทเมธา

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	6
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	13
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	25
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโก	42
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	61
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ .	72
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	91
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	92
	ประชากร	92
	กลุ่มตัวอย่าง	92
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	92
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	92
	แบบแผนการทดลอง	93

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	94
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	94
วิธีดำเนินการทดลอง	101
การวิเคราะห์ข้อมูล	102
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	102
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	106
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	106
การวิเคราะห์ข้อมูล	106
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	116
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	116
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	117
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	117
การวิเคราะห์ข้อมูล	118
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	119
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	120
ข้อเสนอแนะ	127
บรรณานุกรม	129
ภาคผนวก	143
ภาคผนวก ก	144
ภาคผนวก ข	151

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค	169
ภาคผนวก ง	187
ภาคผนวก จ	218
ประวัติย่อของผู้วิจัย	228

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เปรียบเทียบการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์	12
2	แบบแผนการทดลอง	93
3	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนทำการทดลอง	107
4	ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนทำการทดลอง	108
5	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	109
6	ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	110
7	ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบ ด้านความคิดล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทาง วิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	111
8	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	113
9	ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบ ของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบด้านความคิด ล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้าน ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ...	114

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	19
2	แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์	26
3	แสดงการแยกประเภทคำถามตามแบบของคันทิงแฮม	80

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเพื่อสร้างคุณภาพชีวิตและการกินดีอยู่ดีให้เกิดขึ้นกับประชาชนทั้งมวล การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของทุกคน จำเป็นต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้นทุกทีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถติดตามความก้าวหน้าและนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น จึงจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบันและอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533 : 6) วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเยาวชนวัย 12 - 15 ปี โดยเฉพาะในการพัฒนาศักยภาพทางด้านการคิด การสร้างสมคุณลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ ตลอดจนมีความรอบรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์พื้นฐานอันจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของแต่ละคน (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 1) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของครู ต้องมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดของนักเรียน เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของหลักสูตร ซึ่งประเทศเรายังต้องการนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และช่างเทคนิคต่าง ๆ อีกจำนวนมากโดยคาดหวังว่าจะก้าวหน้าไปสู่โลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพึ่งพาตนเองและได้ใช้ความสามารถแต่ละบุคคลเต็มตามศักยภาพ (พิชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. 2532 : 56)

แต่การเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยเฉพาะกระบวนการสอน ยังเน้นการเรียนรู้สาระความรู้มากกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2531 : 13) ซึ่งการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระบบการศึกษา ผู้มีส่วนผลักดันกำหนดทิศทางและการดำเนินการให้การศึกษา

บรรลุป้าหมายนั้นประกอบด้วย บุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร ครูผู้สอน และ สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ (อารมณ ุณโฑทก. 2532 : 57) และจากผลการวิจัย สังเคราะห์หลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น 2521 ของกรมวิชาการ (2532 : 336 - 352) พบว่า ครูผู้สอนยึดเนื้อหา และยึดหนังสือเรียนมากเกินไป สอนเน้นเนื้อหามากกว่าทักษะ กระบวนการต่าง ๆ อันได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดที่จะนำไปสู่การแสวงหาความรู้ ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้บรรลุจุดประสงค์ ไม่ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ในการจัดการเรียนการสอน เป็นเหตุให้นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นขาดความรู้ทักษะพื้นฐาน ขาดการคิดวิเคราะห์อย่างมีระบบ ซึ่งสอดคล้อง กับผลการศึกษามองสถวบัณฑิตส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 6 - 7) ที่พบว่า การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ อย่างสมบูรณ์เพราะมีปัญหาอุปสรรคหลายประการ คือ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน ส่วนปัญหาที่พบเกี่ยวกับตัวของนักเรียน คือไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนให้เป็นคนช่างคิด ขาด ความกระตือรือร้นในการเตรียมความพร้อมให้กับตนเอง นักเรียนเคยชินกับการเรียนที่ต้อง คอยติดตามครูและให้ครูบอกตลอดเวลา ทำให้ขาดความมั่นใจที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วย ตนเอง (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 40 - 41) จากการศึกษาสภาพการเรียน การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ของ วรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นัธ เตชะคุปต์ (2532 : คำนำ) พบว่า การสอนครูยังเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มาก เท่าที่ควรเนื่องจากครูยังมีปัญหาและอุปสรรค โดยเฉพาะในเรื่องการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นลักษณะที่ให้นักเรียนทำการทดลองตามคำแนะนำที่ให้ไว้แล้วครูทำการสรุปผลเอง ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนขาดโอกาสการเรียนรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยของ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 102) โดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534 เพื่อศึกษาผลของการจัดการชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า การจัดการชั้นเรียนแบบใช้เทคนิคการคิดแบบต่าง ๆ ยังมีน้อยมาก

การจัดสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรใหม่มีแนวโน้มที่จะสร้างบรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนเกิดความรัก ความสนใจ และความสนุกในการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นคุณค่า และตระหนักในบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต ตลอดจนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ รู้จักคิดเป็นเหตุเป็นผล (สวพร เข้มเอง. 2535 : 89 - 90) ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดที่นำมาออกแบบการสอนที่นิยมกันมาก ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดตัดสินใจ และการคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 54) ซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้บุคคลมีความสามารถแก้ปัญหาได้ดี อันมีความคิดแบบอเนกนัยเป็นพื้นฐานที่สำคัญ (ปาริชาติ อรุณศักดิ์. 2533 : 1) และคันทิงแอม (Cuanningham. 1971 : 99) ได้ปรับปรุงการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดแบบต่าง ๆ ได้ แบ่งความคิดแบบอเนกนัยออกเป็น 4 ลักษณะด้วยกัน คือ การคิดพยากรณ์ การคิดตั้งสมมติฐาน การคิดลงความคิดเห็น และการคิดจัดโครงสร้างใหม่ อีกทั้งเพียเจต์ ยังชี้ให้เห็นว่าเด็กช่วงอายุ 11 - 15 ปี กำลังอยู่ในวัยที่จะพัฒนาความคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formol) ดังนั้นครูจึงควรให้โอกาสนักเรียนได้ใช้วิธีคิดแบบอเนกนัย (นฤมล ยุตาคม. 2522 : 25 - 26 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. 1985) ซึ่งลักษณะการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความสามารถคิดได้หลายทิศทางสามารถเปลี่ยนวิธีแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการนำไปสู่ผลของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่าง (อารี รังสินนท์. 2532 : 23)

การส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแบบอเนกนัย ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเหตุผลง่าย ๆ สามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม ตลอดจนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ตามวุฒิภาวะ จะทำให้พัฒนาการทางด้าน ร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์เจริญอย่างเต็มที่ (ปาริชาติ อรุณศักดิ์. 2533 : 7) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดด้านคลัสส์ประสาท (Physiology of Human Brain) ที่เชื่อว่าสมองของมนุษย์แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ สมองส่วนซ้ายและส่วนขวา และเชื่อมโยงโดยกลุ่มเส้นประสาทที่เรียกว่า คอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus Callosum) สมองสองส่วน

นี้จะทำงานสัมพันธ์กัน แต่ทำหน้าที่แตกต่างกันคือ สมองส่วนซ้ายทำหน้าที่คิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลสมองส่วนขวายทำหน้าที่คิดเกี่ยวกับการสังเคราะห์ สร้างสรรค์ และทางด้านสุนทรียะ ดังนั้นการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมไปกระตุ้นให้สมองทั้งสองส่วนมีโอกาสดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางความคิดของบุคคลให้สูงและกว้างไกลออกไปยิ่งขึ้น (ดิลก ดิลกพันธ์. 2534 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Wittrock. 1977 : 89 and Schirmacher. 1988 : 60) นอกจากนี้ เพียเจต์ และบรูเนอร์ (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. 2526 : 7 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. 1958 and Bruner. 1963) พบว่าเด็กช่วงอายุ 11 - 15 ปี สามารถคิดอย่างมีเหตุผลแต่อาจไม่ใช่เหตุผลดังที่ผู้ใหญ่คิด ครูอาจทราบความคิดของนักเรียนได้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างมีอิสระด้วยสื่อที่นักเรียนพึงพอใจดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงเปิดกว้างให้สามารถเสาะแสวงหานวัตกรรมทางการศึกษาอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากวัสดุที่ใช้สำหรับการทดลอง เช่น ภาพยนต์ วิทยุ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ มาช่วยเสริมสร้างและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย จึงเป็นบทบาทและหน้าที่สำคัญของผู้สอนจำเป็นต้องติดตามสื่อการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอเพื่อให้การสอนทันสมัยและดึงดูดความสนใจของนักเรียน ให้มีความอยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (อาทิตย์ อุไรรัตน์. 2535 : คำนำ)

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญทางการศึกษาทั้งนี้เพราะนักการศึกษาได้ศึกษาพบว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ทันสมัยหนึ่งที่สามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจเรียนมากกว่าสื่อการสอนใด ๆ สร้างนิสัยในการทำงานที่ติดต่อจนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ (พรพรรณ ไวย่างกูร และณพนธ์ อนันตรศิริชัย. 2533 : 32) ดังผลการวิจัยของ เดนซ์ (Dence. 1980 : 50 - 54) พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทอโร (Tauro. 1981 : 643) ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่มีการเรียนการสอนตามปกติ

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนสามารถจัดได้หลายรูปแบบ เป็นต้นว่า ภาษาเบสิก ภาษาฟอร์แทรน ภาษาซี ภาษาโลโก โปรแกรมสำเร็จรูป ฯลฯ มาใช้เขียนโปรแกรมทางการเรียนโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ภาษาโลโกเป็นภาษาหนึ่งของภาษาคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลาย ออกแบบขึ้นมาเพื่อเน้นให้เกิดความเข้าใจง่ายในการนำไปใช้โดยใช้กราฟิก หรือการเขียนภาพเพื่อดึงดูดความสนใจ ซึ่งมีคำสั่งพื้นฐานที่ไม่ซับซ้อนและไม่มากนัก มีลักษณะการใช้งานเป็นการพิมพ์คำสั่งที่ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลงานโดยมีสัญลักษณ์รูปเต่าเป็นตัวรับคำสั่ง (บงกชพันธุ์ ทองงาม. 2533 : 3) ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นเรียนด้วยการฝึกเขียนโปรแกรมที่เด็กได้คิดวางแผนสร้างจินตนาการ และสามารถตอบสนองต่อเด็กทันทีโดยออกมาเป็นรูปภาพ ตัวอักษร เสียงดนตรี และช่วยให้เด็กเข้าใจคำสั่งสามารถสร้างโปรแกรมตามแนวคิดและจินตนาการของตนเองได้ (เย็น ภู่วรรณ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา. 2528 : 11 - 15) อีกทั้งยังใช้ฝึกทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญา การใช้ประสาทสัมผัส การกำหนดทิศทาง รวมถึงการทำงานด้วยตนเองและยังเหมาะที่สุดกับผู้ที่อยู่ในวัยเด็กช่วง อายุ 8 - 13 ปี เพราะเป็นช่วงที่สมองกำลังเจริญเติบโตเมื่อผู้เรียนมีโอกาสมัลติมีเดีย คิด สั่ง ให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ด้วยตัวเองเท่ากับเป็นการกระตุ้นให้สมองของเด็กเจริญเติบโต มีความคิดฉับไว คิดได้รวดเร็ว จดจำและสร้างสรรค์วิชาการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ช่วยให้ผลการเรียนดีขึ้น ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา และงานศิลปะ นอกจากนี้ภาษาโลโกยังช่วยสร้างฐานความคิดอันได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดออกแบบ และการคิดแบบวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 1.1 - 1.4) ที่สอดคล้องกับกินเทอร์ และวิลเลียมสัน (บงกชพันธุ์ ทองงาม. 2533 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Ginther and Williamson. 1985) กล่าวว่า ผลงานของคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ช่วยให้เด็กเกิดความคิดหลากหลายและยังพบว่า นักเรียนที่เรียนภาษาโลโกมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่าที่เรียนตามปกติ

จากสภาพปัญหาที่นักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาการคิดแบบอเนกนัยยังมีน้อยมากประกอบกับมีงาน

วิจัยด้านการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าถ้าดำเนินการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรม วิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกจะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบ อเนกนัยทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการสอน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ทราบผลของการสอนแบบใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรม ด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบอเนกนัยทาง วิทยาศาสตร์ รวมทั้งยังได้ตัวอย่างการจัดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ ในการเรียนการสอนด้วยภาษาโลโก

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 จำนวน 160 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 สุ่มมาจำนวน 40 คน แล้วแยกกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Random Number)

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหา เรื่อง ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย ซึ่งเป็นวิชาเลือกเสรี วิชา ว 011 ในหนังสือแบบฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การสอนโดยใช้เทคนิคเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

5.1.2 การสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรม หมายถึง ชุดของคำสั่งที่ออกแบบเพื่อสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลเกี่ยวกับความรู้ วิธีการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ภาษาโลโก หมายถึง ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานได้หลายแบบ ได้แก่ งานวาดภาพ งานออกแบบ งานพิมพ์เอกสาร และดนตรี ในการวาดภาพให้เกิดรูปทรงต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นทรงเรขาคณิต โดยใช้คำสั่งที่สามารถสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์วาดภาพจากความคิดหลากหลายได้โดยมีสัญลักษณ์รูปเต๋าเป็นตัวรับคำสั่ง

3. เทคนิคการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก หมายถึง การใช้กลวิธีเพื่อการดำเนินการกำหนดชุดคำสั่งภาษาโลโกเพื่อแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการบรรจุชุดคำสั่งภาษาโลโก ลงในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์ดังนี้

3.1 วิเคราะห์งานหรือปัญหาจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการพิจารณาแยกแยะเนื้อหาสาระเพื่อกำหนดขอบข่าย ข้อมูล คำสั่ง ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

ลักษณะของสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อความ ภาพทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และเป็นข้อความที่มีคำถามประกอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด 4 ลักษณะ ดังนี้

การคิดพยากรณ์ หมายถึง การหาข้อสรุปของคำตอบล่วงหน้าเกี่ยวกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัย หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการสรุป

การคิดตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าเกี่ยวกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัย การสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งยังไม่ทราบหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์มาก่อน

การคิดลงความคิดเห็น หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้ หรือ ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาช่วย

การคิดจัดโครงสร้างใหม่ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อ ปรับปรุง แก้ไข เกี่ยวกับ สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ให้ดีขึ้นโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิม เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์มาช่วย

3.2 เขียนผังลำดับงาน เป็นการเขียนลำดับขั้นของการทำงานของโปรแกรม

3.3 เขียนโปรแกรมและปฏิบัติงาน เป็นการบรรจุคำสั่งภาษาโลโกลงในหน่วย ความจำของคอมพิวเตอร์ตามผังลำดับงานที่กำหนดไว้ โดยการพิมพ์คำสั่งผ่านทางแป้นพิมพ์ คำสั่งหลาย ๆ คำสั่งรวมกันเป็นชุด เรียกว่า โปรแกรม (Program)

3.4 ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งหรือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้อง

4. การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้กลวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกดังนี้

4.1 ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม ครูแนะนำอุปกรณ์และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ กิจกรรมให้กับนักเรียน

4.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ในคู่มือการเขียน โปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา

4.3 ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ กิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดร่วมกันถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

5. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก หมายถึง เอกสารประกอบการ เรียน มีลักษณะดังนี้

5.1 ชื่อกิจกรรม

5.2 คำชี้แจง อธิบายการปฏิบัติกิจกรรมและการใช้คู่มือการเขียนโปรแกรม วิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

5.3 ขั้นตอนกระบวนความคิด ศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็น ข้อความรูปภาพ และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโก

5.4 ขั้นขยายความคิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อขยายความคิดของนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและจินตนาการจัดโครงสร้างภาพกราฟิกด้วยวิธีการเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโก

5.5 ขั้นถ่ายทอดความคิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเขียนโปรแกรมและปฏิบัติตามแนวความคิดและจินตนาการด้วยภาษาโลโก ให้ออกมาเป็นรูปภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งเขียนคำบรรยายเป็นข้อความ

6. การสอนโดยใช่ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช่ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

6.1 ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม ครูแนะนำอุปกรณ์และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา

6.3 ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงผลงานทางความคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4 ลักษณะ คือ คิดพยากรณ์ คิดตั้งสมมติฐาน คิดลงความคิดเห็น คิดจัดโครงสร้างใหม่ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถของการคิดในแต่ละลักษณะตามองค์ประกอบของการคิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นต่อไป

8.1 ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะหาคำตอบโดยจัดโครงสร้างใหม่ ลงความคิดเห็น พยากรณ์ และตั้งสมมติฐาน ทางวิทยาศาสตร์ ได้มากในเวลาจำกัด

8.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะหาคำตอบโดยจัดโครงสร้างใหม่ ลงความคิดเห็น พยากรณ์ และตั้งสมมติฐาน ทางวิทยาศาสตร์ ได้หลายแนวทาง

8.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ใน การจัดโครงสร้างใหม่ การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน ทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ซ้ำแบบใครในกลุ่มตัวอย่าง

9. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง อาจารย์ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิชา วัตถุประสงค์ศึกษา และผู้ที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

ตาราง 1 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

การสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก	การสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
1. <u>ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม</u> ครูแนะนำอุปกรณ์ และลำดับขั้นตอนปฏิบัติกิจกรรมการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก	1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม</u> ครูแนะนำอุปกรณ์ และลำดับขั้นตอนวิธีปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
2. <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา	2. <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา
3. <u>ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม</u> นักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดร่วมกันถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน	3. <u>ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม</u> นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโก
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีผู้กล่าวถึงความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้เพียงบางท่าน ดังนี้

ซุคแมน (วราภรณ์ ชัยโอภาส. 2521 : 53 : อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การสอนที่เป็น การฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) ให้แก่นักเรียน การฝึก กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น จัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐาน ทดสอบ สมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับ คำอธิบายของครูและการตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้การเรียนรู้มีระเบียบวิธีแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ชุดแผนได้กล่าวถึงผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถรับประสบการณ์ต่าง ๆ ได้มากกว่า เป็นไปตามความต้องการความอยากรู้อยากเห็น และความเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐานกับอัตราความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้แรงจูงใจสูงเพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระ และกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาในด้านความรู้ความจริง และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นนามธรรมที่นักเรียนสรุปด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 ประการคือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิค หรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการถามคำถามพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียน โดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem - Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นความคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วน เป็นระบบออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา โดยระบุลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ซันด์ (Sund. 1976 : 62 - 65) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้ความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุเทพ อุสาหะ (2526 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้เด็กได้พบความจริง เหตุผล กฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เอง จากการเก็บข้อมูล สังเกต พิจารณาเหตุผล จนเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ

ฉวีวรรณ กิยาวงค์ (2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการไต่ถามหรือการตั้งคำถาม เพื่อที่จะได้คำตอบตรงตามต้องการโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเอง

ลวิทย์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้สิ่งนั้นมาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือความจริง เน้นถึงกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการสอนที่เน้นกิจกรรมในการตั้งคำถามและกำหนดปัญหา การสังเกต การทำนาย หรือการตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าหาแบบอย่างมีความหมาย การสร้างการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

หลักจิตวิทยาและข้อควรคำนึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเชบ (ASEP. 1974 : 94) ได้กล่าวถึงข้อที่ควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการรับรู้ในการเรียนดีกว่าการเรียนแบบเป็นผู้ถูกกระทำ

2. การเรียนรู้จะได้ผลดีเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จมากกว่าความล้มเหลว

3. ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนาได้ดีเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างสร้างสรรค์

4. การสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติ

สวัณก์ นิยมคำ (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการออกแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้

2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับนักเรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด

สุเทพ อุสาหะ (2526 : 72 - 73) ได้กล่าวว่าการออกแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด

2. ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทางและให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาให้นักเรียน สร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุปและนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาอันใหม่ต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา

3. เครื่องมือดำเนินการคือคำถามและต้องใช้ให้เหมาะสมด้วย

4. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ ตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุป และนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาอันใหม่ต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา

5. การใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้การเรียนแบบนี้ประสบความสำเร็จ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ต้องยึดหลักจิตวิทยาและคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นบทบาทของผู้เรียนมากกว่า ผู้สอนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ใช้ทักษะและการคิดอย่างเป็นอิสระให้มากที่สุด

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเชบ (ASEP. 1974 : 91) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
 2. ปัญหาที่จะต้องหาวิธีการแก้
 3. การลงสรุปข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการสืบเสาะหาความรู้
- ทั้งสามขั้นตอนนี้ เชื่อมกันด้วย

1. การกำหนดปัญหาและการกำหนดนิยามของปัญหา
2. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจได้จากการสังเกต วัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลองหรือรวบรวมมาจากที่อื่น ๆ ในขั้นนี้ควรใช้เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียนด้วย สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักคือ นักเรียนต้องมีความพร้อมก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่ ถ้านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานครูต้องทบทวนความรู้พื้นฐานก่อน การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา นอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน การเสนอปัญหาอาจใช้ในรูปแบบของคำถาม การเล่านิทาน เล่าประสบการณ์ สาธิต ฯลฯ แล้ววางแผนค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหา นอกจุดประสงค์ของการทดลอง บอกสิ่งที่จะต้องสังเกตและจดบันทึก

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า ครูกำหนดวิธีการทดลองให้ครูอธิบายการทำกิจกรรมเท่าที่จำเป็น

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนดู และนำเสนอที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 ครูบอกแหล่งข้อมูลหรือให้ข้อมูลกับนักเรียน แล้วนักเรียนตีความหมายจากข้อมูลเอง

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) เป็นขั้นนำที่ได้จากการสำรวจมาจัดกระทำเพื่อจะนำไปตีความและลงข้อสรุปต่อไป

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) โดยครูจัดสถานการณ์อย่างใหม่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอนคือ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6)

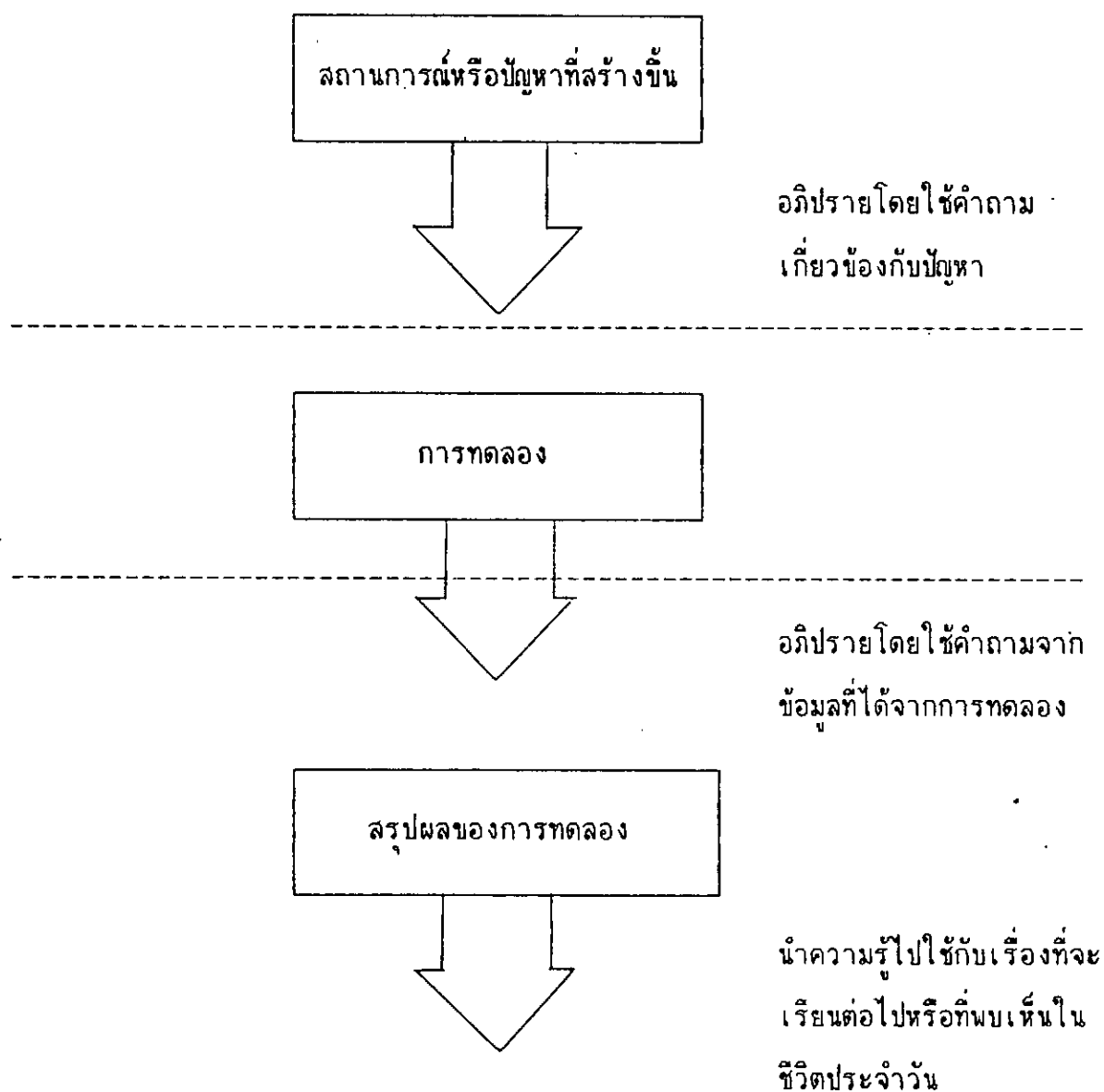
ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง

ตอนที่ 2 ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้นสนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

ตอนที่ 3 อภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวความคิดที่กว้างขวางขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของ

ตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝน หรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (ตั้งสมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัย ในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. การดำเนินการทดลองและบันทึกผลในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลอง และบันทึกผลโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทให้ความช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเองกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผล ส่วนการ

ทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ อภิปรายก่อนทดลอง ทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิรัชท วิเชียรโชติ (2521 : 33 - 34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (Catalyst) โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
2. ครูเป็นผู้เสริมแรง (Rein Forcer) เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุน ยอมรับในคำถามนั้นกล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feed Back Action) ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามเพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเป็นผู้กำกับ (Guide and Director) ครูจะเป็นผู้แนะแนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับและควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีเรียนจัดบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ (Motivator) ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้าทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเป็นเรื่องราวได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผล หรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไรควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ซึ่งทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียนทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันทีควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เองควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่อภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีก จนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยในประเทศ

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองสอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ผลการทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 คนและ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

สมสมัย สมพันธ์ (2529 : 103 - 104) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

เมเยอร์ (Mayer. 1969 : 451 - 453) ได้ทำการสอนนักศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด (Invitation to inquiry) กับวิธีสอนแบบธรรมดา (Simple inquiry) ภายหลังการสอนปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด และกลุ่มที่สอนโดยวิธีธรรมดาได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

โคลีเบล (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลาลินอย (Olarinoye. 1978 : 4348 - A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบ การสอน 3 แบบคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทางการสอนปกติ และแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่มีนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ในวิชาฟิสิกส์โดยกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

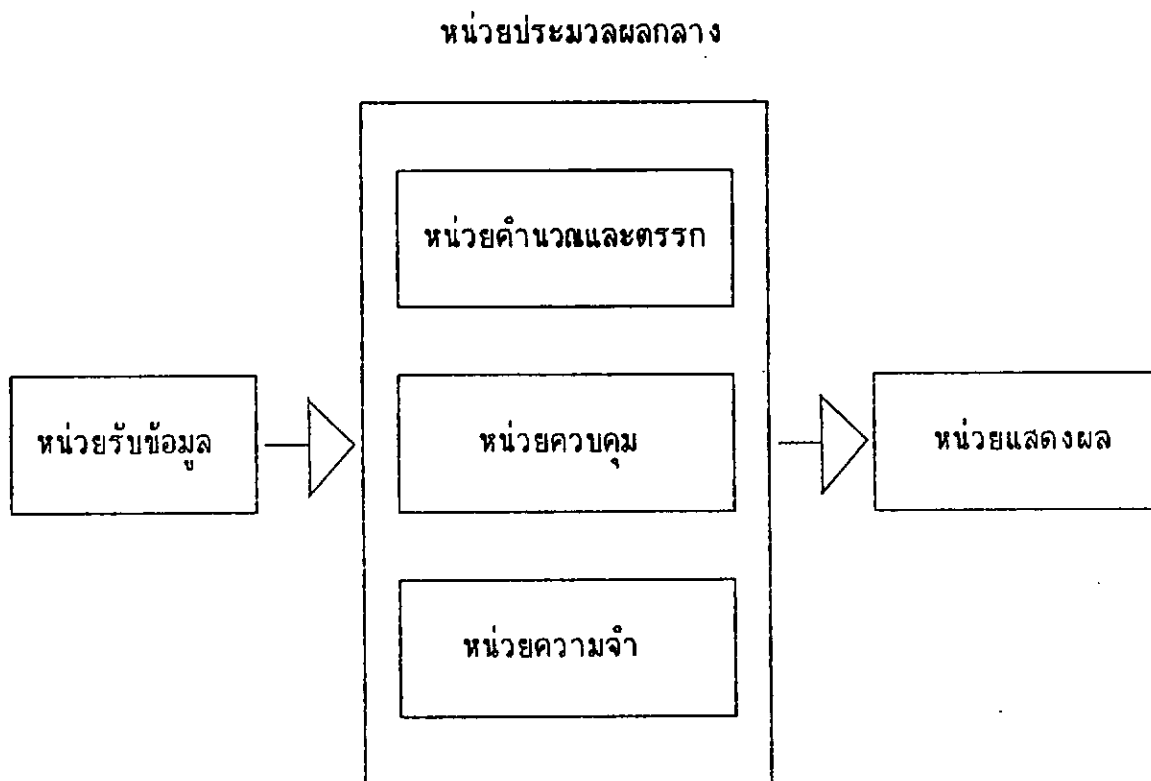
จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารอ้างอิง สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีกิจกรรมหลักอยู่ 2 อย่างคือ การอภิปรายและ การทดลองในเอกสารได้เสนอแนะให้มีการเตรียมการสอนล่วงหน้า เพื่อหาแนวทางให้ นักเรียนคิดหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยเห็น ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ถ้ามีคำถามให้นักเรียน คิดหาคำตอบจากสถานการณ์ น่าจะทำให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและคิดค้นหาคำตอบ ด้วยตนเองมากขึ้น

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

ความหมายและส่วนประกอบคอมพิวเตอร์

วัชรภรณ์ สุริยาวิวัฒน์ (2532 : 2 - 79) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ไว้ คือเครื่องมือทันสมัยที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อช่วยทำงานที่ล้าซับซ้อนหรือทำงานมาก ๆ ให้ เสร็จด้วยความถูกต้องภายในระยะเวลาอันสั้น ปัจจัยสำคัญในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มี อยู่ 3 ประการ คือตัวเครื่อง หรือฮาร์ดแวร์ (Hardware) โปรแกรมคำสั่ง หรือซอฟต์แวร์ (Software) และบุคลากร หรือพีเพิลแวร์ (Peopleware)

1. ตัวเครื่อง หรือฮาร์ดแวร์ (Hardware) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์

1.1 หน่วยรับข้อมูล ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้ส่งข้อมูลและโปรแกรม เข้าสู่ตัวคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้รับข้อมูลมีหลายแบบ เช่น เครื่องพิมพ์ หน่วยจานแม่เหล็ก หน่วยเทปแม่เหล็ก เครื่องอ่านบัตร เป็นต้น

1.2 หน่วยประมวลผลกลาง เรียกสั้น ๆ ว่าซีพียู จะทำหน้าที่ควบคุมการปฏิบัติงานหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนที่อยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางมี 3 ส่วนได้แก่

1.2.1 หน่วยควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของทุกหน่วยใน ซีพียู และอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์

1.2.2 หน่วยคำนวณและตรรก ทำหน้าที่คำนวณหรือเปรียบเทียบข้อมูล

1.2.3 หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บคำสั่งหรือข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งผลรับที่ส่งมาจากหน่วยคำนวณ

1.3 หน่วยแสดงผล ทำหน้าที่จะเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าและสัญญาณจากซีพียูให้อยู่ในลักษณะที่มนุษย์เข้าใจได้ เช่น ตัวอักษร รูปภาพ กราฟ ออกมาทางจอภาพ เครื่องพิมพ์ เทปแม่เหล็ก เครื่องเจาะบัตร หรือเทปกระดาษ เป็นต้น

2. โปรแกรมคำสั่ง หรือซอฟต์แวร์ (software) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 โปรแกรมประยุกต์ คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานเฉพาะอย่าง ซึ่งจะต้องเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ในการเขียนโปรแกรม เช่น โปรแกรมการจ่ายเงินเดือน โปรแกรมการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

โปรแกรมประยุกต์มี 2 ชนิด คือ

2.1.1 โปรแกรมที่เขียนขึ้นเอง (Users' Written Program)

2.1.2 โปรแกรมสำเร็จรูป (Package)

2.2 โปรแกรมควบคุมระบบ คือ โปรแกรมที่บริษัทผู้สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดทำขึ้นเพื่อสำหรับควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์

วิธีการทางคอมพิวเตอร์

วัชรภรณ์ สิริยาภิวัฒน์ (2532 : 120 - 127) กล่าวถึงขั้นตอนของวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังนี้

เมื่อจะเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์ จะต้องดำเนินงานตามขั้นตอนของการเตรียมงานและการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม ซึ่งเรียกขั้นตอนและวิธีการเหล่านี้ว่าวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์งาน เป็นขั้นตอนแรกที่ต้องการเขียนโปรแกรม ขั้นนี้จะต้องกำหนดขอบข่ายของงานหรือปัญหา รวบรวมรายละเอียดของปัญหา ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาโดยละเอียด เช่น ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำอะไร ผลลัพธ์ที่ได้จากคอมพิวเตอร์เป็นอะไร ข้อมูลที่จะป้อนเข้าเครื่องเป็นรูปแบบใด จะทำให้ชัดเจนและช่วยให้การเขียนโปรแกรม

กระทำได้ง่ายยิ่งขึ้น กล่าวโดยสรุปการวิเคราะห์งานเป็นการศึกษาผลลัพธ์ (Output) ข้อมูลที่นำเข้า (Input) และวิธีการประมวลผล (Process) รวมทั้งการกำหนดตัวแปรที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรม

2. การเขียนผังงาน เป็นขั้นตอนที่นำเอารายละเอียดที่ได้จากการวิเคราะห์งานมาเขียนเป็นแผนภาพ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ การเขียนโปรแกรมจากการวิเคราะห์งานโดยตรงจะทำตามได้ลำบาก การใช้ข้อความหรือคำอธิบายได้ไม่ชัดเจน อาจทำให้งานผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงเปลี่ยนจากคำพูด หรือข้อความมาเป็นรูปภาพ หรือสัญลักษณ์เสียก่อน รูปภาพหรือสัญลักษณ์นี้เรียกว่า ผังงาน (Flowchart)

3. การเขียนโปรแกรม เป็นการเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานต่างๆที่แสดงไว้ในผังงานมาเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่งตามต้องการ การจะเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะ และประเภทของงานนั้น ๆ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่อง ความถนัดและความชำนาญของผู้เขียนโปรแกรม

4. การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม หมายถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งหรือโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่จะทำให้เครื่องไม่สามารถให้ผลลัพธ์ออกมาตามต้องการ

5. การจัดทำเอกสารและบำรุงรักษาโปรแกรม

5.1 เอกสารประกอบโปรแกรม มีความสำคัญกับงานเขียนโปรแกรมมาก การทำเอกสารประกอบโปรแกรมควรจะต้องเริ่มทำพร้อมกับการเขียนโปรแกรม โดยจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับชื่อโปรแกรม เช่น ชื่อผู้เขียนโปรแกรม ชื่อผู้ใช้โปรแกรม วันที่เขียนโปรแกรม เวลาที่ใช้ในการประมวลผล จุดประสงค์ของโปรแกรม ล็อกที่ใช้นับทักข้อมูลเข้า ผลลัพธ์ที่ได้ วิธีการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ในโปรแกรม รวมทั้งผังงาน และรายละเอียดอื่น ๆ เอกสารที่จัดทำมีอยู่ 2 ประเภท คือ คู่มือผู้ใช้ และคู่มือโปรแกรมเมอร์

5.2 การบำรุงรักษาโปรแกรม หมายถึงการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ทันสมัยกับภาวะการณ์ที่เป็นอยู่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เมื่อมีงานที่ต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเอง จะต้องนำงานนั้นมาวิเคราะห์รายละเอียดของงานแล้วนำมาเขียนผังงาน แล้วจึงนำไปเขียนโปรแกรมตามภาษาคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ หลังจากมีการทดสอบว่า โปรแกรมถูกต้องแล้วจึงนำไปดำเนินการ เพื่อส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลต่อไป

บทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

นโยบายด้านการศึกษาในปัจจุบัน มีแนวโน้มที่จะพัฒนาการใช้งานของไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษาให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ โดยเห็นได้จากการกำหนดให้มีหลักสูตรคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา และกำลังขยายผลสู่ระดับประถมศึกษาต่อไป แต่พบว่าในสภาพความเป็นจริงคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ ยังมีอยู่ในจำนวนน้อยมากอาจเป็นด้วยปัญหาด้านงบประมาณเพราะยังคงมีราคาสูงอยู่ โรงเรียนขนาดใหญ่ถึงจะมีโอกาสซื้อได้แต่ในสิ่งนี้ก็สามารที่จะแก้ปัญหาได้เพราะราคาเครื่องคอมพิวเตอร์เริ่มลดลง ประสิทธิภาพก็ยังคงเทียบเท่าเดิมจึงเป็นโอกาสที่โรงเรียนต่าง ๆ จะได้ให้ความสนใจ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการใช้งานด้านต่าง ๆ ดังที่ไพโรจน์ ตรินธนากุล (2528 : 67 - 68) ได้กล่าวถึงการนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในโรงเรียนไว้ดังนี้

1. ใช้ศึกษาวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ทฤษฎีการทำงานและการใช้งาน โดยการใช้โปรแกรมควบคุมเพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการต่าง ๆ ตลอดจนเศรษฐกิจส่วนตัวและประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เสริมความสามารถในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถสร้างเสริมความรู้และทักษะจนสามารถทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้
3. ใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
4. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาหรือทำโจทย์ในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ นักเรียนสามารถฝึกความรู้และทดสอบความรู้

จากโจทย์แบบฝึกหัดและเฉลย จำนวนมากที่คอมพิวเตอร์เก็บไว้

5. ใช้คอมพิวเตอร์เสริมสร้างศิลปะและดนตรี โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิก สร้างสรรค์รูปภาพและเพลงให้นักเรียนฝึกทดลอง ทำให้เกิดสนิยม ทักษะคิดที่ติดต่อกีฬา และดนตรี นอกจากนี้ยังอาจใช้เกมคอมพิวเตอร์สร้างการคิดแบบตรรกได้

6. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการศึกษด้วยตนเอง หรือ ปรับปรุง การเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ชุดการสอนสำเร็จรูปบนคอมพิวเตอร์

7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน เก็บข้อมูลและผลการเรียนของนักเรียนทำให้ ครูสามารถติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมทั้งสามารถนำมาช่วยในการเลือก และจัด อันดับเนื้อหาวิชาและเลือกยุทธวิธีการสอนได้

8. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานบริหาร งานทะเบียน งานบัญชีของ โรงเรียนและเป็นอุปกรณ์สาธิตงานบัญชีและงานสำนักงานแก่นักเรียน

จากข้อความข้างต้นจึงอาจกล่าวสรุปได้ว่าการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในกิจการของโรงเรียน การใช้ คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์และการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นเครื่อง ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Computer - Managed Instruction (CMI) กาเย่ เมเจอร์ ลิบลุม (สกุรี รอดโพธิ์ทอง. 2532 : 63 ; อ้างอิงมาจาก Gagne. 1965; Mager. 1972; Baker. 1978 และ Leiblum. 1982 : 126 - 141) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอนนั้น คอมพิวเตอร์จะช่วยในส่วนของงานที่เกี่ยวกับวิชาที่เป็นการศึกษารายบุคคล การจัดการใน ส่วนดังกล่าวนี้รวมถึงเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสามารถของผู้เรียน เมื่อเริ่มโดยดูจาก คะแนนการทดสอบ และจะคอยติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อชี้แนะกิจกรรม และระดับในการเรียนวิชานั้น ๆ สุดท้ายคือการทดสอบ ซึ่งจะประเมินผลรวบยอด การจัด

การดังกล่าวของ CMI ในลักษณะนี้ผู้เรียนจะได้รับ Feedback อยู่เสมอเพื่อชี้แนะการเรียน นอกจากนั้นผู้สอนยังสามารถนำมาประเมินผลการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มหากต้องการ การเรียนรู้ของผู้เรียนในลักษณะนี้ไม่ใช่เฉพาะจากคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว แต่จะมีการเสนอแนะวัสดุ อุปกรณ์ หนังสือ หรืออื่น ๆ มาใช้ประกอบการเรียนในวิชานั้น ๆ ด้วย

องค์ประกอบและการทำงานของ CMI

ลูกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 64 - 65) กล่าวถึงองค์ประกอบและการทำงานของ CMI ไว้ดังนี้

1. เป็นแหล่งรวมสื่อการเรียนและรวบรวมข่าวสารเกี่ยวกับห้องสมุด องค์ประกอบของ CMI ในด้านนี้จะครอบคลุมถึงการรวบรวมรายชื่อสื่อการสอนต่าง ๆ ที่มีอยู่ในหน่วยบริการสื่อการสอนของแต่ละแห่ง ซึ่งครูหรือผู้เรียนสามารถที่จะขอยืมหรือยืมเอาไปใช้ในการเรียนการสอนได้ เช่นรวบรวมรายชื่อ ซอฟต์แวร์ของวิดีโอเทป สไลด์ บทเรียนสำเร็จรูป รวมถึงข้อมูลสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น
2. เป็นแหล่งรวบรวมวัสดุการเรียน CMI ในลักษณะนี้แตกต่างจากลักษณะแรก คือ วัสดุการเรียนที่สามารถเก็บไว้ได้ในระบบความจำ หรือเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลของคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะเป็นรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของระบบ CMI ผู้เรียนจะสามารถทดสอบพื้นความรู้ หรือทักษะต่าง ๆ โดยผ่านระบบ CMI หลังจากนั้น CMI ก็จะส่งต่อหรือเสนอแนะบทเรียน CAI ที่เหมาะสมให้โดยอาจจะเป็นเนื้อหาใหม่ หรือเป็นการให้เนื้อหาซ่อมเสริมแล้วแต่กรณีไป
3. เป็นแหล่งรวบรวมข้อสอบ ข้อสอบดังกล่าวนี้หมายถึงข้อสอบทุกอย่างที่จำเป็นต้องใช้ในระบบ CMI
4. รายงานผลการสอบ หากผู้เรียนต้องการหรือเป็นส่วนหนึ่งของงานที่ได้รับมอบหมายผู้เรียนอาจจะให้คอมพิวเตอร์พิมพ์หรือเก็บคะแนนที่ได้ไว้เพื่อให้ผู้สอนตรวจสอบ
5. การประเมินผล เป็นการเสนอข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกับระยะเวลาในการศึกษาแต่

ละครั้งการใช้เวลาในการตอบ จำนวนครั้งที่ตอบถูก

6. การบ้านและการแนะแนว หลังจากผลการสอบปรากฏออกมาแล้ว คอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์ และให้ข้อแนะนำ รวมทั้งให้การบ้าน การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม แหล่งข้อมูล แล้วแต่การออกแบบการเรียนการสอนของแต่ละหน่วยวิชา

จากที่กล่าวมานี้จัดเป็นผลงานสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงาน CMI จะเห็นได้ว่าเน้นในเรื่องการจัดการด้านข้อมูลเพื่อการเรียนการสอนเป็นส่วนใหญ่

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีทางของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม (Stoluraw, 1971 : 320) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่นักเรียนจะเรียนด้วยตนเองเป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆที่ส่งมาทางจอภาพ นักเรียนจะตอบคำถามทางแป้นพิมพ์ (Keyboard) แสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือหรือบางที่อาจมีการใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น สไลด์ เทปโทรทัศน์

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน มาจากภาษาอังกฤษคำว่า CAI (Computer Assisted Instruction) หรือ CAL (Computer Assisted Learning) หรือ CBE (Computer Based Education) มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

บนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะพัฒนาขึ้นผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน และให้ข้อมูลผลย้อนกลับได้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41 - 42) ให้ความหมายไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับครูที่จะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านี้ไว้ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู

ทักษิณา สวานานนท์ (2529 : 56) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล

ซินน์ (Zinn. 1976 : 268) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัดและทบทวนลำดับบทเรียน ให้แก่นักเรียน และบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

พรีนิส (Prenis. 1977 : 20) ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำ ให้แก่นักเรียน

สเปนเซอร์ (Spencer. 1977 : 50) ให้ความหมายไว้ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

ลิปป์ (Sipp1. 1981 : 77) ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียน และขั้นตอนคำสั่ง

ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในกระบวนการเรียนการสอน โดยในที่นี้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนผู้ช่วยของครูในการนำเสนอข้อมูลที่เป็ประโยชน์ในการเรียนให้กับนักเรียนในลักษณะของการให้ความรู้เพิ่มเติม ทบทวนบทเรียน ตลอดจนการวัดผลและให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลา

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ นักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกันพอจะสรุปได้ดังนี้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 41 - 47; ยืน กุ์วรวรรณ. 2529 : 5-7 และ ทักษิณา สวานนท์. 2529 : 63-65)

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมเป็นการเรียนแบบการสอนของครู กล่าวคือ จะมีบทนำ คำอธิบายซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรงสามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกการกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไรอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมากคือการจับคู่ชี้ว่าถูก-ผิด และเลือกข้อที่ถูกจาก 3 - 5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยนักเรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้าน

เดียว แต่ยังช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักคิดด้วยเพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา

3. การจำลองแบบ (Simulation) ในบางบทเรียนการสร้างภาพจนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมีวิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏการใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เช่น การสอนเรื่อง เลนส์โปรเจคไต์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างการจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจง่าย การจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบอาจช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายลงได้

4. เกมการศึกษา (Educational Game) เกมการศึกษาหลายเรื่องช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่าง ๆ ได้ดี เช่น เกมการต่อคำ เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักทางวิชาการที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนทำให้นักเรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษา คือช่วยให้เด็กได้เรียนรู้เป็นสำคัญ ส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วไปคือ เป็นการแข่งขันซึ่งเป็นเกมนำไปสู่การเรียนนั่นเอง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่วิธีหนึ่งที่ครูมักนำมาใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้นักเรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การนำคอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเล่นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างของอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องการทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบและการจัดให้ผู้สอบเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงความคิดรวบยอดหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัสหรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขจะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะใช้เสริมเมื่อใช้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้วและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดระดับความรู้หรือให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ อาจต้องให้หลักจิตวิทยาเพื่อให้ผู้เรียนอยากทำและตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น

9. การแก้ปัญหา (Problem Solving) ประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา

10. แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination)

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นับตั้งแต่ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการศึกษา หรือเพื่อการเรียนการสอนนั้น ปรากฏ ว่าเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในหมู่นักศึกษาและนักวิชาการ โดยที่ได้มีการวิจัยค้นคว้าและ พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประโยชน์ต่อผู้เรียนมากมายหลายประการ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอ็กตภาพ
2. มีการป้อนกลับทันที มีสี มีภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
3. มีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้ตามที่ต้องการ
4. ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการเรียนการสอนวิธีอื่นจะยึดครูเป็นสำคัญไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน
5. การได้เจาะใจโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนพอใจมาก และผู้เรียนยังสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้
6. มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น
7. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน
8. สามารถสอนลึกลับและทักษะขั้นสูงซึ่งยากแก่การสอนโดยครู หรือเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้น และดีกว่าการเรียนจากครู
9. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายากทำให้เกิดความมั่นใจในวิชาที่เรียนอ่อน
10. ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม
11. ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่าและรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง
12. สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่
13. สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียนที่บ้านหรือที่ทำงานก็ได้ และมีเกณฑ์ปฏิบัติโดยเฉพาะ
14. ช่วยฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

15. ทำให้ผู้เรียนได้เรียนแบบ Active Learning
16. สามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ
17. ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อน จึงจะผ่านบทเรียนนั้นได้

ข้อแตกต่างระหว่าง CAI และ CMI

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 61 - 62) กล่าวถึงความแตกต่างระหว่าง CAI และ CMI ไว้ดังนี้

1. ในบทเรียน CAI นั้น คอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาแบบต่าง ๆ เพื่อการเรียนการสอน เป็นการเสนอเนื้อหาโดยตรงไปยังผู้เรียน ผ่านทางจอหรือแป้นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม วัสดุทางการสอน คือ โปรแกรม โดยปกติจะถูกเก็บอยู่ในแผ่น disk หรือหน่วยความจำของเครื่อง และพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลาการเรียนในลักษณะนี้ในบางครั้งผู้เรียนอาจจะต้องพิมพ์เพื่อโต้ตอบหรือตอบคำถามกับคอมพิวเตอร์ในขณะนั้น การตอบสนองจากผู้เรียนในบางครั้ง จะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากการประเมินนี้เอง คอมพิวเตอร์จะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อ ๆ ไป กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ จากแนวคิดนี้สรุปได้ คือ

- 1.1 วัสดุที่เสนอให้กับผู้เรียนนั้นสร้างเพื่อการเรียนโดยเฉพาะ
- 1.2 คอมพิวเตอร์จะตอบสนองข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้ามาตามคำตอบของผู้เรียนทันที

ผู้เรียนทันที

- 1.3 ผลประโยชน์ตกอยู่ที่ผู้เรียนโดยส่วนมาก
- 1.4 ลักษณะการเรียนแบบนี้เป็นการศึกษารายบุคคลจึงจำเป็นต้องมี

ไมโครคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง

2. สำหรับ CMI นั้นอาจมีบางส่วนที่คล้ายกับ CAI ในด้านของปฏิกริยาร่วมระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ แต่ยังมีอีกหลายด้านที่แตกต่างกันออกไป คือ

- 2.1 วัสดุที่ใช้เน้นมิใช่เพื่อการสอน แต่อาจเป็นวัสดุที่ใช้เพื่อการทดสอบหรือเครื่องมือเพื่อการจัดการทางการศึกษาต่าง ๆ
- 2.2 การตอบสนองอาจไม่จำเป็น หรือไม่รวดเร็วเท่ากับ CAI
- 2.3 ผลประโยชน์จะตกอยู่ที่ผู้ตอบและผู้เรียนใกล้เคียงกับ CAI
- 2.4 โดยทั่วไป CMI จะรวมถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยผู้สอนจัดการสอนโดยไม่จำเป็นต้องลงมือสอนจริง

งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

งานวิจัยในประเทศ

นุชนาฏ จิตติโกคา (2529 : 46 - 50) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ครูวิทยาศาสตร์เห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถอำนวยความสะดวกเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน พร้อมจัดหาคอมพิวเตอร์และโปรแกรมการเรียนการสอนมาตรฐาน ให้สามารถใช้ได้ทุกโรงเรียน

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 38) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า การเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มชอบบรรยากาศจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าการสอนแบบบรรยาย

วิรศักดิ์ สุนทรวิภาค (2530 : 55) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนของครูในวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนเสริมจากครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลัทธิ นิยมไทย (2531 : 59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มแตกต่างกันในวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 3 คน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 3 คน มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 4 คน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิทยา ไชยมงคล (2533 : 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเวลาเฉลี่ยในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่เวลาเฉลี่ยในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

บรัมบอช (Brumbaugh. 1975) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่าประสิทธิภาพการสอนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีผลต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในชั้นเรียน

เลียว (Liu. 1975 : 1411 - A - 1412 - A) จากการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของวิทยาลัยฟิสิกส์ โดยตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อสอนวิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยวิธีปฏิบัติสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความแม่นยำในวิชา

ที่เรียน ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จได้ด้วยตนเองทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มาโลน (สกริ รอดโพธิ์ทอง 2532 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Malone. 1980) ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยให้เด็กเกิดความกระตือรือร้นและความสนุกสนานในการเล่น พบว่า องค์ประกอบที่ทำให้เกมเหล่านั้นได้รับความนิยมอย่างมากคือ การท้าทาย จินตนาการเพื่อฝัน และความอยากรู้อยากเห็น

เทอร์เนอร์ (Turner. 1983 : 1750 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติของครูฝึกสอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทัศนคติที่ดีต่อการสอนมากกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่มีลักษณะเป็นหนังสืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไวส์ (Wise. 1984) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้แบบจำลองไมโครคอมพิวเตอร์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังปฏิบัติการสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

เดอร์นิน (Durnin. 1985 : 3530 - A) ได้ศึกษาผลกระทบจากขนาดของกลุ่มที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขนาดของกลุ่มที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เรียนคนเดียว 2 คน 3 คนและ 4 คน โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแบบทดสอบและให้ผู้เรียนตอบคำถามจำนวน 2 ข้อ พบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยมีส่วนเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของนักเรียน ส่วนการเรียนในกลุ่มขนาดต่าง ๆ ไม่เป็นผลเสียต่อกิจกรรมการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยกลุ่มขนาด 4 คน เป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่เกินไป

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ ทำให้พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนปกติ นอกจากนี้ยังมีคุณประโยชน์อีกหลายประการ เช่น การตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำกัดเพศ เวลา และนักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนถึงผลโดยตรงต่อการฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาถึงการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นเครื่องมือในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และฝึกการคิดแบบเอนกนัยทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการให้นักเรียนได้ใช้คอมพิวเตอร์เขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกพร้อมทั้งให้แสดงผลงานออกมาทางหน้าจอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำไปสู่การพัฒนาแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโก

ภาษาคอมพิวเตอร์

ศิริพร ลาเกทอง (2528 : 156-159) ได้ให้ความหมายของภาษาคอมพิวเตอร์ไว้ว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ หมายถึง ภาษาที่มนุษย์ใช้สั่งงานเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานให้ได้ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงภาษาตามลักษณะประเภทงาน Procedure Oriented Language เป็นภาษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประเภทงานที่จะทำ เช่น งานทางด้านวิทยาศาสตร์ ธุรกิจเป็นต้นการเขียนคำสั่งเป็นการกำกับ (Direct) เครื่องให้ทำงานตามต้องการ ตัวอย่างภาษาประเภทนี้ ได้แก่

1. ภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN Language) เป็นภาษาที่เหมาะสมกับงานด้านวิทยาศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์เป็นภาษาแรกที่มีผู้ยอมรับและใช้กันแพร่หลาย ทั้งยังเป็นภาษาที่ง่ายต่อการศึกษาดูด้วย
2. ภาษาโคบอล (COBOL Language) เป็นภาษาที่สร้างขึ้นสำหรับงานทางด้านธุรกิจโดยเฉพาะโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ภาษาฟอร์แทรน หรือภาษาโคบอลสามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่มีตัวแปลภาษาฟอร์แทรน หรือตัวแปลภาษาโคบอล โดยต้อง

ศึกษาข้อแตกต่างในรายละเอียดปลีกย่อยของเครื่องชนิดต่าง ๆ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3. ภาษาอาร์พีจี (R.P.G. Language) เป็นภาษาที่เหมาะสมกับงานที่ต้องการพิมพ์รายงานมาก ๆ ลักษณะการเขียนคล้ายกับการกรอกแบบฟอร์ม และสามารถเข้ากับเครื่องขนาดกลางและเล็กได้ กำลังเป็นที่นิยมใช้ทั่วไปในวงการธุรกิจแถบเอเชีย

4. ภาษาเบสิก (BASIC Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้มีลักษณะที่สามารถศึกษาได้ง่าย และใช้งานได้ง่าย

5. ภาษาแอลกอล (ALGOL Language) เป็นภาษาที่เหมาะสมกับงานด้านวิทยาศาสตร์สามารถใช้กับโจทย์ที่ซับซ้อน มากกว่าและเขียนง่ายกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับภาษาฟอร์แทรน เป็นภาษาที่ใช้กันแพร่หลายในทวีปยุโรป

6. ภาษาพีแอลวัน (PL/I Language) เป็นภาษาที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถประยุกต์กับงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และธุรกิจ ภาษาพีแอลวัน เป็นภาษาที่สร้างขึ้นมาทีหลัง เป็นภาษาที่มีประโยชน์มาก แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยเฉพาะเครื่องชนิดอื่น ๆ นอกจากเครื่องไอบีเอ็มและยังยากต่อการศึกษามากด้วย

7. ภาษาปาสกาล (PASCAL Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งชาวฝรั่งเศสเป็นผู้สร้างเครื่องบวกเลขแบบเฟืองทด อันเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตคอมพิวเตอร์ในระยะต่อมา ภาษาปาสกาลเป็นภาษาที่ช่วยให้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีลักษณะแบบโครงสร้าง ซึ่งลักษณะโปรแกรมแบบนี้ ง่ายต่อการอ่านและการใช้และการศึกษา

8. ภาษาซี (C-Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะเป็นมาตรฐาน คือสามารถนำโปรแกรมภาษาซีนี้ไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างยี่ห้อได้โดยแทบจะไม่ต้องแก้ไข นอกจากนี้ยังสามารถสั่งงานในระดับละเอียดใกล้เคียงกับภาษาระดับต่ำ ภาษาซี จัดว่าเป็นภาษาที่อยู่ระหว่างภาษาระดับต่ำกับภาษาระดับสูง

9. ภาษาโลโก (LOGO Language) เป็นภาษาที่นิยมใช้สำหรับการสอนเด็กให้รู้จักคุ้นเคยกับการเรียงโปรแกรมงานคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยคำสั่งพื้นฐานเพียงไม่กี่คำสั่ง

การพัฒนาภาษาโลโก

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1984 : 41) ได้กล่าวไว้ว่า ภาษาโลโก (Logo) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นที่ห้องปฏิบัติการปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Laboratory) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตต์ (Massachusetts Institute of Technology) โดยมี ซีมัวร์ แพเพิร์ต (Seymour Papert) คาสตราจารย์ทางคณิตศาสตร์และการศึกษาในช่วงทศวรรษ 1960 และต้นทศวรรษ 1970 แต่เดิมใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้มีการนำไปสอนในโรงเรียนประถมศึกษา ในการพัฒนาภาษาโลโกนั้น แพเพิร์ต ต้องการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาของเด็กและทำการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีแก้ปัญหาของเด็ก ก่อนที่แพเพิร์ตจะมาทำงานที่ MIT นั้น แพเพิร์ตเคยทำงานกับเพียเจต์ที่นครเจนีวาประมาณ 5 ปี ทำให้แนวคิดของเพียเจต์ มีอิทธิพลต่อความคิดของเขามาก แพเพิร์ตเห็นด้วยกับนักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยาอีกหลายคนเกี่ยวกับเรื่อง CAI (Computer - Aided Instruction หรือ Computer - Assisted Instruction) ว่าเป็นการนำเอามาประยุกต์ใช้ทางการศึกษาอย่างไม่ถูกต้อง จากหนังสือที่มีชื่อเสียงมากซึ่งเขียนโดยแพเพิร์ต ชื่อ *Mindstorms : Children, Computer and Powerful Ideas* เขากล่าวว่า ในปัจจุบันโรงเรียนหลายแห่งเข้าใจคำว่า Computer - Aided Instruction ว่าเป็นการทำคอมพิวเตอร์ให้สอนเด็กได้ จะเห็นว่าคอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนดหรือโปรแกรมให้เด็กทำอะไรต่ออะไร ในความเห็นของเขาแล้วเด็กควรจะเป็นผู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเป็นผู้ให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซึ่งงานทั้งสองนั้นต้องการความรู้ในประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ทันสมัยและลึกซึ้งในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ตลอดจนศิลปะในการสร้างสรรค์รูปแบบทางความคิดและสติปัญญา งานเขียนต่าง ๆ ของแพเพิร์ตได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีของเพียเจต์เป็นอย่างมาก สิ่งนี้เป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของแพเพิร์ตในการสร้างทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ศึกษาและภาษาโลโก และแพเพิร์ต เป็นนักจิตวิทยาตามแนวคิดของเพียเจต์ และเป็นนักคณิตศาสตร์ด้วยทำให้เขาเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และความสอดคล้องของโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกแห่งความคิด เขามี

ความเชื่อในศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ทางการศึกษา ในความคิดของเขานั้นไม่ต้องการที่จะให้มีการนำคอมพิวเตอร์จำนวนมากมาใช้สอนคณิตศาสตร์แก่เด็กๆ ไปจนถึงสอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย และการที่นิยมนำ CAI เข้ามาใช้เป็นเพียงทางที่จะทำให้เด็กนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ แต่แพเพิร์ตกลับอยากจะเห็นอนาคตของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษาอยู่ภายใต้พื้นฐานที่เด็กจะสอนให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซึ่งมีความเห็นเช่นเดียวกับ Sylvia Weir เป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งนำภาษาโลโกไปใช้สอนเด็กพิเศษและ กล่าวว่า เรากลับความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ซึ่งพบว่า CAI ทั่วไปนั้นเป็นเสมือนการนำเอาโปรแกรมที่ฉลาดไปสอนเด็กไว้ ตรงกันข้ามในระบบภาษาโลโกผู้เรียนจะต้อง หรือมีโอกาที่จะสอนคอมพิวเตอร์ให้ทำงาน หรือตอบคำถามที่ต้องการได้ ในขั้นแรกจะต้องทำให้เกิดการเชื่อมต่อของระบบการสื่อสารของคนกับเครื่องมือ ดังนั้นจะต้องให้ผู้เรียนสอน หรือโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์แสดงออกหรือทำงานกับผู้เรียนได้ ต่อจากนั้นสิ่งที่ต้องการคือความสนใจอย่างเพียงพอที่จะทำให้เด็กเหล่านี้ต้องการที่จะสอนคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาภาษาโลโกเป็นประดิษฐ์กรรมที่สอนตามแนวคิดที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าจุดประสงค์ในการที่จะให้ผู้เรียนสอนให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ผู้เรียนต้องการ เป็นการพัฒนาทฤษฎีปัญญาของผู้เรียน นักจิตวิทยาตามแนวคิดของเพียเจต์ เชื่อว่าเด็กเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือกระทำและได้ตัดสินใจว่าจะทำอะไร เมื่อไรและอย่างไร

ลักษณะของภาษาโลโก

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 1.1 - 1.12) ได้สรุปเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกไว้ดังนี้

จากความก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์-สมองกล ซีมัวร์ แพเพิร์ต (Seymour Papert) แห่งสถาบัน MIT (Artificial Intelligence Laboratory of The Massachusetts of Technology) นักคณิตศาสตร์ ได้ร่วมกับ เพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยา และนักวิทยาศาสตร์ ที่มีชื่อเสียงที่สุดของโลก ได้คิดค้น พัฒนาภาษาโลโก ให้เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับผู้เริ่มต้นเรียน และ เหมาะที่สุดกับผู้ที่อยู่ในวัยเด็กช่วง

อายุ 8 - 13 ขวบเพราะเป็นช่วงที่สมองกำลังเจริญเติบโต เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัส คิด และสิ่ง คอมพิวเตอร์ให้ทำงานด้วยตัวเอง เท่ากับเป็นการกระตุ้นให้สมองของเด็ก เจริญเติบโตมีความคิดฉับไว คิดได้รวดเร็ว จดจำและสร้างสรรค์วิชาการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นช่วยให้ผลการเรียนที่โรงเรียนดีขึ้น เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา และงานศิลปะ

โลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่ง เป็นภาษาที่ง่ายต่อการเรียน ภาษาโลโก จะมีเต้าเป็นพระเอก คอยรับคำสั่งจากผู้เรียนให้วาดรูปทรงต่าง ได้มากมายยิ่งผู้เรียนคิด ไปไกลได้เพียงไร เต่าก็จะทำตามตลอดหรือจะให้สร้างเสียงเพลง สร้างนิทาน เคลื่อนไหวไปมาหรือให้เต้าจดจำข้อความต่าง ๆ ได้อย่างน่าพิศวง จึงย่อมส่งผลให้ผู้เรียน ภาคภูมิใจ มั่นใจ เชื่อมมั่นในตนเองเกิดนิสัยติดตัวด้านการสร้างสรรค์ คิดค้น อดทน บุกเบิก หาความรู้ใหม่ โลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งเหมาะสำหรับการเรียนรู้ของเด็กและ เหมาะสำหรับทุกคนที่เริ่มเรียนโลโกช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่อง การใช้เครื่อง คอมพิวเตอร์ภาษาคอมพิวเตอร์ โลโกช่วยสร้างฐานความคิด การคิดแก้ปัญหา การคิด สร้างสรรค์ การคิดแบบวิทยาศาสตร์ การคิดออกแบบ ผู้เริ่มเรียนภาษาโลโก จะได้รับความเพลิดเพลิน สนุก เข้าใจหลักการของภาษา ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเร็ว พัฒนา ไหวพริบ เสริมสร้างให้เป็นคนเก่ง

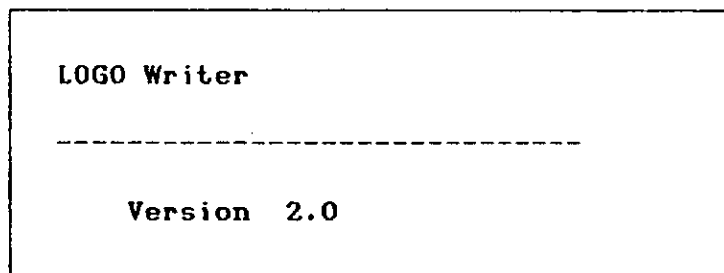
Logo Writer เป็นโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับ คอมพิวเตอร์ ใช้งานได้หลายแบบ ได้แก่ งานพิมพ์เอกสารทั่วไป งานออกแบบ งานวาดภาพ ฝึกทักษะจากการใช้ภาษาโลโก ได้แก่ การคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญา การใช้ประสาทสัมผัส การกำหนดทิศทาง การทำงานด้วย ตนเอง

การเข้าสู่โปรแกรม Logo Writer

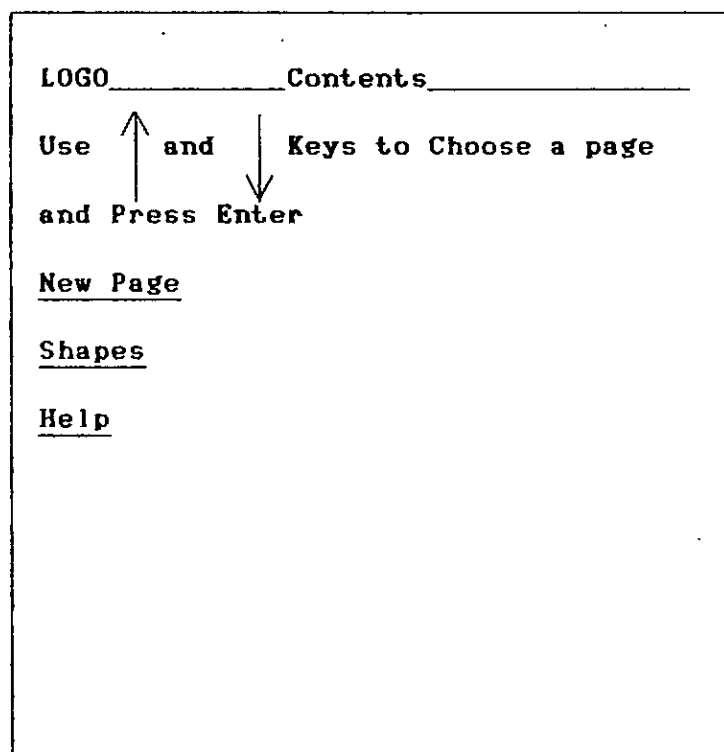
1. ใส่แผ่น Dos ที่ไดรฟ์ A
2. เปิด สวิตช์ คอมพิวเตอร์ Boot เครื่องจนได้ A>
3. นำแผ่น Dos ออก ใส่แผ่น Logo Writer Disk แทน
4. A> SIMCGA Enter

5. A> LOGOWR Enter

6. จอภาพจะปรากฏโปรแกรมโลโก แล้วกด ENTER



7. จอภาพจะปรากฏจอ Contents



Contents Page นี้ จะแสดงรายชื่องานทั้งหมดที่ได้ทำไว้แล้ว รวมทั้งงานที่จะถูกสร้างเพิ่มเติมขึ้นต่อไป

ใน Contents จะปรากฏรายชื่อ New Page , Shapes และรายชื่อ Pages ต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น

New Page หมายถึง การเรียกจอภาพที่เตรียมพร้อมที่จะรับคำสั่ง และปฏิบัติ

งาน Graphics และ Terat เรียกใช้ได้ โดย พิมพ์คำสั่ง New Page หรือเลื่อนลูกศร ขึ้น-ลง

Spapes Page หมายถึง ภาพต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ออกแบบไว้สำหรับเรียกให้ปรากฏบนหน้าจอ แทนเต่าโลโก มีหมายเลขประจำภาพ ทั้งหมด 90 หมายเลขการเรียกดู Shape Page ให้พิมพ์หมายเลข Shapes ได้เส้นคำสั่ง

8. ให้เลื่อนแถบสว่างโดยใช้ลูกศร ขึ้น-ลง ไปที่ New Page แล้วกด Enter

9. จะปรากฏจอภาพของเต่าโลโก โดยเต่าโลโกจะอยู่กลางจอภาพ และเคอร์เซอร์กระพริบอยู่ใต้เส้นทึบ

-----? ? ? -----



การออกจากโปรแกรม Logo writer

1. พิมพ์คำว่า RG DOS กด ENTER ที่ใต้เส้นคำสั่งของจอภาพ
2. จะปรากฏ A> หรือ B> แสดงว่าเลิกใช้โปรแกรม LOGO แล้ว
3. นำแผ่นโปรแกรมออกได้
4. ปิดสวิทช์

5. ถ้าทำข้อ 1 แล้ว ยังไม่ออกจากโปรแกรม LOGO แสดงว่ามีการพิมพ์อักขระใดลงไป หรือให้เต่าวาดรูปอยู่ ฉะนั้นต้องตั้งชื่อภาพก่อน หรือลบภาพและอักขระออกจากจอให้หมดแล้วจึงพิมพ์ DOS และกด ENTER

จอภาพของโปรแกรม Logo Writer จะมี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. จอภาพของเต่าโลโกประกอบด้วย จอบน และ จอล่าง

1.1 จอบน ใช้พิมพ์งานเอกสารทั่วไป (Word Processing) ให้วาดรูปหรืองานออกแบบ ด้วยเต่าโลโกเต่าจะอยู่กลางจอภาพ หรือเป็นตำแหน่งบ้านของเต่า บรรทัดบนสุด จะเป็นเส้นประ มีเครื่องหมาย ??? อยู่กลางเส้นเป็นส่วนที่ใช้ตั้งชื่อภาพด้วยคำสั่ง Namepage หรือ NP ชื่อภาพ อาณาเขตของจอบน ทิศเหนือ และทิศใต้ ห่างจากตำแหน่งบ้านของเต่า 94 ก้าว ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ห่างจากตำแหน่งบ้านของเต่า 160 ก้าวหากเต่าโลโกเดินพ้นขอบจอ ก็จะเดินมาโผล่ที่ขอบอีกด้านหนึ่ง

2.1 จอล่าง ใช้พิมพ์คำสั่งต่าง ๆ เพื่อให้เต่าทำงานจอบน และจอล่าง จะมีเคอร์เซอร์อยู่ เคอร์เซอร์จอล่างพร้อมทำงานก่อน การเปลี่ยนให้เคอร์เซอร์จอบนทำงาน กด Ctrl U และจะเปลี่ยนให้เคอร์เซอร์จอล่างทำงาน กด Ctrl D

2. จอบรรณาธิการ (Flidside) เป็นจอภาพที่อยู่ด้านหลังใช้สร้างโปรแกรมคำสั่ง (Procedure) คำสั่งที่สร้างขึ้นนี้จะนำมา ใช้สั่งเต่าโลโกในจอภาพเต่าอีกด้านหนึ่ง การเรียกดูจอใดจอหนึ่งโดยการกดปุ่ม Ctrl F

สิน ภัวรวรรณ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา (2528 : 12 - 15) ได้อธิบายลักษณะของภาษาโลโกไว้ว่า ภาษาโลโก เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างจากภาษาอื่น ๆ เพราะมีสิ่งสำคัญ คือ เต่า (turtle) จะปรากฏบนจอภาพสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่บนจอภาพ นักเรียนสามารถสั่งให้เต่าให้วาดภาพ งานกราฟิก ด้วยคำสั่งที่เป็นภาษาอังกฤษ เช่น FORWARD BACK RIGHT LEFT คำสั่ง FORWARD และ BACK จะต้องตามด้วยตัวเลขที่บอกจำนวนหน่วยหรือก้าวที่จะให้เต่าเดินไป และคำสั่ง RIGHT กับ LEFT ก็จะต้องตามด้วยตัวเลขจำนวนองศาที่จะให้เลี้ยว ซึ่งผู้ออกแบบภาษาโลโกจึงพยายามสร้างคำสั่งง่าย ๆ

โดยสมมติลักษณะของคำสั่งเพื่อความคมชัดเท่า โดยชุดคำสั่งพื้นฐานขั้นแรกอาจประกอบด้วย

เดินตรง FORWARD ตัวย่อ FD

ถอยหลัง BACK ตัวย่อ BK

เลี้ยวขวา RIGHT ตัวย่อ RT

เลี้ยวซ้าย LEFT ตัวย่อ LT

ยกปากกา PEN UP ตัวย่อ PU

วางปากกา PEN DOWN ตัวย่อ PD

ซ่อนเต่า HIDE ตัวย่อ HT

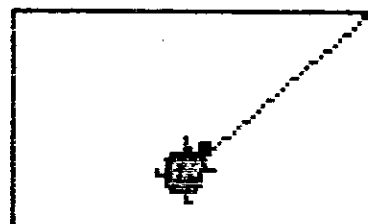
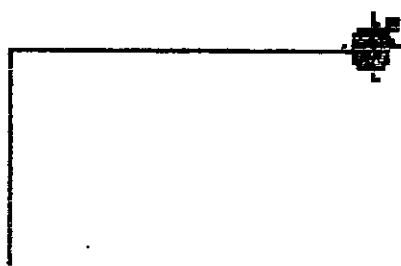
เมื่อสั่งงานก็ใช้รูปแบบของภาษานี้ โดยจัดเรียงกันเป็นโปรแกรม ลองพิจารณา
การสั่งงานดังต่อไปนี้



เมื่อเต่าอยู่จุดเริ่มต้น

เดินตรง 100

เลี้ยวขวา 90



เดินตรง 150

ถอยหลัง 100

เลี้ยวซ้าย 45

การสั่งงานเต่าจึงอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น เมื่อสั่งเดินตรง เลี้ยวขวาตามตัวเลขขนาดของความยาวหรือมุมที่กำหนด และจากการนี้ผู้สั่งงานสามารถนำเอาคำสั่งต่าง ๆ มาเรียงกันจนกลายเป็นโปรแกรมเพื่อใช้งานต่าง ๆ ได้ตามต้องการ และยังมีผลของการวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่าภาษาโลโกได้ช่วยพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของเด็ก นอกเหนือจากช่วยให้เด็กได้สร้างสรรค์และเรียนรู้ในสิ่งที่ตัวเองสนใจ

จุดมุ่งหมายของภาษาโลโกมิใช่จะให้วาดรูปตามต้องการเท่านั้น แต่มีจุดหมายเพื่อใช้ช่วยหรือฝึกแก้ปัญหาต่างๆ เช่น หากต้องการวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เขียนตัวอักษรจะต้องสั่งอย่างไรสมรรถนะที่แท้จริงของโลกก็คือ การที่สามารถสอนเต่า ให้รู้จักกับคำสั่งใหม่ ๆ ได้มากมายจากคำสั่งพื้นฐานง่าย ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเพียงไม่กี่คำสั่ง เช่น หากต้องการให้เต่ารู้จักคำสั่งใหม่ คือ BOX ต้องเริ่มต้นด้วย TO และจบด้วย END

TO BOX

รูปที่ได้

FD 50

RT 90

FD 50

RT 90

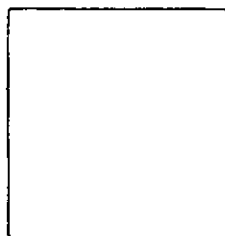
FD 50

RT 90

FD 50

HT

END



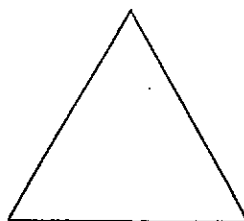
กระบวนการต่าง ๆ นั้นอาจสั่งให้สั้นลงโดยใช้คำสั่ง REPEAT ผนวกกับความสามารถในการวิเคราะห์ขั้นตอนของงานของผู้สั่ง เช่น สั่งให้สร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

รูปที่ได้

TO TRIANGLE

REPEAT 3 [FD 50 LT 120]

END



ลักษณะพิเศษของภาษาโลโก

เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2532 : 42 - 44) ได้สรุปถึงลักษณะเด่นของภาษาโลโกไว้ดังนี้

1. ภาษาโลโกเน้นกระบวนการ โดยเฉพาะเน้นกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาและทำงานออกมาได้คล้าย ๆ กับภาษาปาสคาลหรือภาษาคอมพิวเตอร์อื่น คำสั่งที่ใช้ ง่าย สั้น เข้าใจกระบวนการได้รวดเร็วต่างจากภาษาเบสิก ซึ่งบางครั้งคำสั่งเป็นประโยคยาว นอกจากนั้นกระบวนการย่อย ๆ สามารถรวมเข้าด้วยกันและสร้างสรรคงานตามแนวคิดของนักเรียนได้ง่าย

2. ภาษาโลโกเป็นภาษาที่มีปฏิสัมพันธ์ ต่างจากภาษาปาสคาลหรือภาษาที่เน้นกระบวนการอื่น ๆ เพราะผู้เขียนโปรแกรมสามารถพิมพ์คำสั่งหรือโปรแกรมแล้วเห็นการทำงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมนั้นได้ทันที

3. ภาษาโลโกเป็นภาษาเพื่อการเรียนรู้ การคิดประดิษฐ์ภาษาโลโกนั้นออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และศึกษาวิธีแก้ปัญหาของเด็กโดยเฉพาะ นอกจากนั้นยังใช้งานได้ทุกเพศ ทุกวัยและทุกระดับ ตั้งแต่งานง่าย ๆ ไปจนถึงงานที่ยุ่งยากซับซ้อน จนบางคนกล่าวว่า เป็นภาษาที่ไม่มีขอบเขตหรือเพดาน ใช้ได้กับเด็กอายุตั้งแต่ 3 ขวบไปจนถึงนักศึกษาระดับปริญญา เช่น ที่ใช้กันในสถาบัน MIT ผู้ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นตามแนวคิดปรัชญาอันมีพื้นฐานจากทฤษฎีจิตวิทยา และงานวิจัยอันเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดของเด็กโดยเฉพาะ ซึ่งเห็นชัดถึงการเน้นแนวคิดปฏิรูปนิยม (Constructivism) ศูนย์กลางอยู่ที่ตัวนักเรียน

พื้นฐานทางปัญญาและทางจิตวิทยา

แพเพิร์ต (บงกชพันธ์ ทองงาม. 2533 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Papert. 1985) มีบทบาทสำคัญคนหนึ่งในการพัฒนาภาษาโลโกให้เป็นรูปร่างยิ่งขึ้นจนสามารถนำไปใช้ได้ แพเพิร์ต เป็นนักคณิตศาสตร์อยู่ที่ Artificial Intelligence Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology ซึ่งได้ทำการศึกษาภาษาโลโกมาร่วมกับ เพียเจต์ ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาผู้ยิ่งใหญ่ ชาวสวิสเซอร์แลนด์ เป็นระยะเวลาเวลา 5 ปี และแพเพิร์ตมีความเชื่อในทฤษฎีของเพียเจต์

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 120) กล่าวว่า แนวคิดและวิธีการศึกษาเด็กนั้นเพียเจต์มุ่งสนใจ "กระบวนการ" ของพฤติกรรมมากกว่า "ผล" ของพฤติกรรม เพียเจต์ (Piaget. 1962 : 46) ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้นดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ช่วงอายุระหว่างแรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะมีปฏิริยาต่อสภาพจริง ๆ รอบ ๆ ตัว เด็กในขั้นนี้รับรู้ในสิ่งที่ป็นรูปธรรมเท่านั้น และเป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Pre - Operational Stage) ช่วงอายุระหว่าง 2 ถึง 7 ปี เป็นขั้นที่เด็กเริ่มเรียนรู้ภาษาพูดและเข้าใจท่าทางที่สื่อความหมาย การเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้นแต่ต้องอาศัยการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ในขั้นนี้เด็กจะเริ่มใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของ

3. ขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ช่วงอายุ 7 ถึง 11 ปี เด็กสามารถใช้เหตุผลกับสิ่งที่แลเห็นได้ เช่นการแบ่งกลุ่ม แบ่งพวก และการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

4. ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Stage) ช่วงอายุ 11 ถึง 15 ปี เป็นช่วงที่เด็กรู้จักคิดหาเหตุผลและเรียนรู้เกี่ยวกับนามธรรมได้ดีขึ้น สามารถตั้งสมมติฐานและแก้ปัญหาได้ เด็กวัยนี้มีความคิดเท่าผู้ใหญ่แต่จะแตกต่างในด้านคุณภาพเท่านั้น เนื่องจากประสบการณ์ที่แตกต่างกัน

จุดเน้นของเพียเจต์ (Piaget. 1971) ก็คือให้เด็กได้พัฒนาด้วยตัวของเด็กเอง โดยมีครูหรือผู้ใหญ่คอยกระตุ้นและส่งเสริม เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

มูลี (Mouly. 1973) มีความเชื่อในทฤษฎีของเพียเจต์ ทฤษฎีที่ว่าโครงสร้างพื้นฐานทางความสามารถทางด้านสมองของมนุษย์ จะมีปฏิกิริยาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างการปรับตัวของมนุษย์กับสภาพแวดล้อม ฉะนั้นการพัฒนาสติปัญญาจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างมีระบบไปอย่างมีระดับขึ้น คือจากง่ายไปหายาก ในขณะที่เด็กโตขึ้นขบวนการพัฒนาทางสมองก็จะซับซ้อนยิ่งขึ้น

เมื่อการพัฒนาของเด็กเร็วขึ้นไปตามขั้นพัฒนาการ ครูจะต้องสอนให้เด็กได้เรียนรู้ตามพัฒนาการของเด็กเอง โดยให้เด็กประกอบกิจกรรมต่างๆด้วยตัวของตัวเอง โดยมีครูหรือผู้ใหญ่จัดสภาพแวดล้อมให้ซึ่งได้แก่ การจัดของเล่น จัดกิจกรรมเพื่อช่วยส่งเสริมให้เด็กเกิดพัฒนาการทางความคิด ความคิดสร้างสรรค์และความจำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ฮาวิย์ (บงกชพันธุ์ ทองงาม. 2533 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Harvey. 1985) กล่าวว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก เป็นโปรแกรมที่ดีที่สุดสำหรับเด็กเล็กเพราะเด็กได้ฝึกฝนทักษะที่มีในหลายทิศทางและสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของเด็ก

ยีน กูว์รเวอร์ธ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา (2528 : 11 - 15) ได้พูดถึงภาษาโลโกว่า คอมพิวเตอร์ภาษาโลโกได้รับการพัฒนามาแล้วก่อนปี พ.ศ.2513 โดยจุดเริ่มต้นนั้น นักการศึกษาพบว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกันอยู่ในขณะนี้ไม่ว่าจะเป็นภาษาฟอร์แทรน ภาษาเบสิก หรือภาษาโคบอล ยังไม่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของเด็กจึงได้พยายามพัฒนาและสร้างภาษาขึ้นใหม่ เพื่อเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจและแฝงด้วยปรัชญาทางการศึกษาต่างๆได้ครบถ้วน การพัฒนาภาษาโลโกในระยะแรกเน้นในงานวิจัยทางด้านการศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาสติปัญญาเด็กให้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาษาโลโกยังช่วยในเรื่องการสร้างแนวความคิดในการแก้ปัญหา การหาทางออกไปพบนิสัจการแก้ปัญหาต่าง ๆ ภาษาโลโกช่วยทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความนึกคิดอย่างมีเหตุผลมีหลักการ ทำให้มีความคิดต่อเนื่องและนำไปใช้ในสาขาวิชาการอื่นๆได้ เช่น วิชาดนตรี ฟิสิกส์ ชีววิทยา ภาษาศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ภาษาโลโกช่วยสร้างฐานกำลังบุคลากรในแนวความคิดใหม่ ให้เป็นนักประดิษฐ์คิดค้นมีความคิดสร้างสรรค์ต่อการสร้างผลงานใหม่อยู่เสมอ ช่วยสร้างฐานการอยากรู้อยากเห็น การทดลองในสิ่งแปลก

ใหม่ สืบเนื่องจากภาษาโลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาการศึกษา พัฒนา แนวความคิดและสร้างความเข้าใจในเรื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีหลักการและถูกต้องนี้เอง เป็นผลทำให้หลายประเทศที่เจริญแล้วโดยเฉพาะ สหรัฐอเมริกา อังกฤษและญี่ปุ่น ได้ทำการ พัฒนาเพื่อให้เด็กนักเรียนตามโรงเรียนต่าง ๆ ได้ศึกษาภาษาโลโกกันอย่างกว้างขวาง ภาษาโลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่ง แต่เป็นภาษาที่ได้รับการออกแบบสำหรับการ ศึกษาวิธีการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะผู้พัฒนาภาษาโลโกเองพยายามรวบรวมข้อดี ต่างๆไว้แล้ว เพื่อให้โลโกเป็นภาษาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้มากที่สุด

ข้อดีต่าง ๆ ของภาษาโลโกมีมากมายหลายอย่าง เช่น

1. ภาษาโลโกเป็นภาษาสำหรับโปรแกรม ภาษาโลโกเป็นภาษาที่ง่ายต่อการ เข้าใจหรือง่ายต่อการเขียนโปรแกรม ภาษาโลโกเป็นภาษาที่สามารถให้หลักการและวิธี การโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

2. ภาษาโลโกเป็นภาษาที่มีโครงสร้างเป็นบล็อก ภาษาโลโกมีโครงสร้างของ โปรแกรมคล้ายกับภาษาที่ได้รับการพัฒนามาใหม่ในระยหลังนี้ เช่น ภาษาปาสคาล (Pascal) ภาษาซี (C) ภาษาเอดา (Ada) หรือแม้แต่ ฟอรัท (Forth) การกำหนด โปรแกรมจะเขียนในลักษณะเป็นบล็อกหรือโมดูล และมีการเรียกชื่อที่กำหนดไว้แล้วจึงทำ ให้การเรียนรู้ขั้นตอนที่ง่ายต่อการติดตามเมื่อเปรียบเทียบโครงสร้างกับเบสิกจะเห็นได้ว่า ภาษาเบสิกมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและยากต่อการติดตามมากกว่า

3. ภาษาโลโกเป็นตัวโปรแกรมตอบโต้การใช้งานได้ดี ภาษาโลโกมีความคล้าย คลึงกับภาษาเบสิกในแง่ของการตอบสนองกับผู้ใช้จึงทำให้เขียนได้ง่าย เช่น ถ้าต้องการให้ $2+2$ ในภาษาเบสิกก็ใช้ `print 2+2` แต่ในภาษาปาสคาลต้องเขียนโปรแกรมขึ้นก่อน โดย เอดีเตอร์แล้วแปรไปเป็นออบเจกต์โค้ด (เปลี่ยนให้เป็นภาษาเครื่อง) ไปทำงานซึ่งมีขั้นตอน มาก การตรวจสอบโปรแกรมด้วยการตามรอยการทำงานในกรณีของภาษาโลโกก็ทำได้ง่าย เช่นกัน

4. ภาษาโลโกทำการประมวลผลข้อมูลได้ดี ในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นกรุป ภาษาโลโกสามารถทำการประมวลผลได้เป็นอย่างดี

5. ตัวแปรภาษาโลโกไม่มีชนิด ในหลายภาษาจำเป็นต้องมีการกำหนดชนิดของตัวแปร แต่ในภาษาโลโกจะไม่มีกำหนดตัวแปรว่าเป็นตัวอักษร ตัวเลขหรือชนิดอื่นใด

6. ภาษาโลโกเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเริ่มต้น ทั้งนี้เพราะภาษาโลโกทำหน้าที่เสมือนเต่าที่เดินไปมา เพื่อสร้างรูป การเริ่มต้นจึงง่าย

7. ภาษาโลโกเป็นภาษาที่ผู้เรียนจะได้รับความเพลิดเพลิน และสนุกสนานไประหว่างเรียนการเรียนรู้วิธีการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการทางภาษาโลโก เป็นวิธีการที่เน้นให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายผู้ออกแบบจึงดึงดูดด้วยการใช้กราฟิก หรือการเขียนรูปภาพ ในขั้นแรกจะสมมติเสมือนกับว่ามีเต่าตัวหนึ่งที่สามารถเคลื่อนย้ายเดินทางไปไหนมาก็ได้บนจอภาพ การเคลื่อนไหวแต่ละขั้นตอนจะขึ้นกับคำสั่งที่ใช้ การสั่งงานจึงเป็นเสมือนการควบคุมการทำงานของเต่า และผลลัพธ์ที่ได้คล้ายกับภาพจิตรกรรมฝาผนัง

นักเรียนจะเรียนรู้อะไรได้บ้างจากภาษาโลโก

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1984 : 44 - 45) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการเรียนภาษาโลโกไว้ดังนี้

1. เรียนรู้การใช้คอมพิวเตอร์ การเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความมั่นใจในตนเองและเพิ่มความสามารถในการทำงานหรือควบคุมเทคโนโลยีสมัยใหม่ นอกจากนั้นยังได้แนวคิด ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และมีทักษะในการใช้อีกด้วย

2. เรียนรู้การทำงานหรือการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้มีโอกาสพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ หรือในชีวิตประจำวันได้ เพราะ

1.1 ปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนภาษาโลโกเป็นปัญหาที่แท้จริงเพราะนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยตนเองปัญหาต่าง ๆ ส่วนมากนักเรียนเป็นผู้กำหนดเองตรงกับความสนใจ เช่น อยากวาดรูปหุ่นยนต์ ก็จะมีแรงจูงใจแก้ปัญหาเพราะเป็นความต้องการของตนเอง

1.2 จุดหมายในการคิดค้นภาษาโลโก ก็เพื่อใช้ในการศึกษาวิธีการคิดของเด็ก

ดังนั้นการเขียนโปรแกรม โครงสร้างต่าง ๆ จะช่วยพัฒนากระบวนการคิด การเขียน การเขียนด้วยภาษาที่เข้าใจได้แล้วลงมือกระทำผลที่ได้จะผิดหรือถูกต้องตรงตามความต้องการหรือไม่ ก็จะได้เห็นผลจากความเพียรพยายามของเขากันที่

3. ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในหลักสูตร โดยปกติแล้วครูมักจะห่วงใยและวิตกกังวล ในการนำเอาภาษาโลโกเข้ามาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนว่าจะทำให้สอนเนื้อหาไม่ทันเพราะตารางเรียนเต็มไปหมด เนื้อหาวิชาต่างๆก็มามาก ในจุดนี้คงจะต้องจัดลำดับความสำคัญตามแนวคิดพื้นฐานหรือปณิธานที่จะมุ่งไปในทิศใด การเรียนการสอนโลโก นอกจากจะพัฒนาผู้เรียนทางด้านอารมณ์และสังคม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียนแล้ว ยังสามารถสร้างความสนใจในเนื้อหาเกี่ยวกับ ศิลปะ ดนตรี ภาษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาษาโลโกทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างลึกซึ้ง และบางกรณีวิธีสอนอื่น ๆ ก็ไม่สามารถช่วยการเรียนรู้ได้ดีเท่า

การพัฒนากระบวนการคิดด้วยภาษาโลโก

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : บทนำ) ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนนั้น จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาคนให้มีคุณภาพเป็นการสร้างภูมิปัญญาให้แก่คนเพื่อเข้าสู่สภาพสังคมที่มีแนวโน้มเข้าสู่ยุคอิเล็กทรอนิกส์ อันจะเป็นพื้นฐานของการเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นเทคนิคที่นิยมใช้ ได้แก่

1. การสนับสนุนให้เกิดจินตนาการให้คิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ คิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น คิดบ่อย ๆ คิดมาก ๆ
2. ให้สร้างสรรค์ด้วยการกระทำ โดย คิดจริง ทำจริง สร้างขึ้นได้จริง ช่วยให้ เกิดเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

การสร้างจินตนาการและการปฏิบัติให้เห็นจริงโดยใช้ภาษาโลโก จะเป็นกิจกรรมที่ทำท่าย้วยนิยัยเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่าภาษาโลโกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งซึ่งได้พัฒนามาใช้ประกอบ

กับทฤษฎีของเพียเจต์ได้เป็นอย่างดีเพราะภาษาโลโกเหมาะสมกับทฤษฎีความคิด ความจำ (Cognitive Development) ของเด็ก ในการนำภาษาโลโกมาใช้ควรสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับเด็กและจัดสื่อต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กันกับการเรียนการสอน ให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้เรียน ให้มีโอกาสรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์ค้นหาคำตอบ ภาษาโลโกเป็นภาษาที่ง่ายสำหรับเด็ก แต่ก็ยังเป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพให้เด็กได้เรียนรู้ มีการยืดหยุ่นและกระตุ้นให้เด็กได้แก้ปัญหาได้ด้วยตัวเองก็จะเกิดความคิดอเนกนัย โดยใช้เต่าเป็นตัวค้นหาคำตอบ

ในการสอนภาษาโลโกไม่มีวิธีสอนวิธีใดวิธีหนึ่งที่ดีที่สุด การสอนที่สอนกันอย่างแพร่หลายก็คือจัดสภาพแวดล้อมให้เด็กมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตัวของเด็กเอง ตั้งคำถามให้เด็กตอบและให้เด็กคิด เนื่องจากในขณะนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโกมีจำนวนค่อนข้างจำกัด ดังนั้นจะต้องมีการวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ทราบว่าการนำเอาภาษาโลโกไปใช้ในการเรียนการสอนนั้นเป็นไปได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการและความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก

งานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโก

งานวิจัยในประเทศ

เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2532 : 135) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรการเรียนโปรแกรมภาษาโลโกสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ แนวคิดและฝึกทักษะคณิตศาสตร์ตลอดจนวิธีสอนที่เหมาะสมกับหลักสูตร โดยใช้วิธีสอน 3 วิธีคือ วิธีสอนแบบนิรนัย แบบอุปนัยและแบบผสม พบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ หลังการเรียนตามหลักสูตรนักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับผลการใช้หลักสูตรนักเรียนมากกว่า 70 % มีความพอใจ เห็นประโยชน์และเห็นว่าหลักสูตรไม่ยากหรือง่ายเกินไป ส่วนผลการทดลองสอนด้วยวิธีสอน 3 วิธี กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ต่างกัน ปรากฏว่าวิธีสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีผลต่อคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และคะแนนแนวคิดทางคณิตศาสตร์

บงกชนันต์ ทองงาม (2533 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

กินเทอร์ และวิลเลียมสัน (บงกชนันต์ ทองงาม. 2533 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Ginther and Williamson. 1985) ได้กล่าวว่าภาษาโลโกได้นำมาใช้กว่า 20 ปีแล้ว เท่าที่เข้ามาเป็นสิ่งที่ติดตัวกับผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับโลโกไม่มากนัก มีบทความที่เกี่ยวกับภาษาโลโกพอสมควรอย่างไรก็ตามในขณะนี้ได้นำภาษาโลโกมาใช้ในการเรียนการสอนยิ่งขึ้น อันเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าการนำเอาภาษาโลโกมาใช้เป็นสิ่งที่ดีจริงไม่ใช่เป็นการคาดหวังเท่านั้น ผลงานจากคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและช่วยให้เกิดความคิดหลากหลายความคิด (Metacognitive) นอกจากนี้ยังได้วิจารณ์งานของซีเลด (Ciled. 1973) ที่ว่าเขาได้ทำการทดลองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่โดยให้แก้ปัญหาจากโจทย์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนภาษาโลโกมีทักษะเพิ่มขึ้นมากกว่าที่เรียนตามปกติ

คลีเมนต์ (Clement. 1985) ได้ทำการวิจัยทดลองกับนักเรียนอายุ 6 ปีและ 8 ปีจำนวน 72 คน กลุ่มทดลองเรียนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก กลุ่มควบคุมเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAI พบว่า กลุ่มที่เรียนการเขียนโปรแกรมภาษาโลโกมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์สูงอย่างไม่มีนัยสำคัญและกลุ่มทดลองมีความสามารถด้านสมรรถภาพเชิงปฏิบัติการ ทักษะใน

การคิดเกี่ยวกับวิธีคิด ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการบอกทิศทางสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

แมกโดเวล (Mc Dowell. 1986 : 877 - A) ได้ทำการศึกษาผลที่เกิดจากการใช้ชุดการสอนห้องเรียนโลโก (The Logo Classroom) ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยออกแบบในรูปของการนำภาษาโลโกเข้ามาส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 27 คนและทำการทดลองทุกวันเวลา 9 สัปดาห์ทั้งหมด 17 บทเรียนพบว่า ชุดการสอนโลโกในห้องเรียนสามารถสอนแนวคิดทางวิชาการและแนวคิดเกี่ยวกับภาษาโลโกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสนใจและมีความพอใจที่จะใช้ชุดการสอน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศและระดับความสามารถพื้นฐานปรากฏว่า มีผลต่อความสามารถในการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ได้ไม่แตกต่างกัน

แอสแซฟ (Assaf. 1986 : 2952 - A) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการนำภาษาโลโกมาใช้สอนนักเรียนเกรด 8 จำนวนกลุ่มละ 24 คน ที่มีระดับความคิดต่างกัน โดยกลุ่มทดลองให้เรียนวิชาเรขาคณิตด้วยการใช้การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก หลังจากมีการทดสอบและสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มในการพัฒนาระดับความคิดได้สูงขึ้น มีความสามารถมีแนวคิดในเรื่องคุณสมบัติของรูปเรขาคณิตดีขึ้น ภาษาโลโกเอื้ออำนวยในการสร้างแนวคิดทางเรขาคณิตได้ชัดเจนกว่าการให้คำอธิบาย ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นและสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่ความรู้ในเรื่องข้อเท็จจริงทางเรขาคณิตของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก จะเห็นได้ว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถส่งเสริมความรู้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการตลอดจนการนำไปใช้ในการฝึกและพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนได้ รวมทั้งยังสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังพบว่างานวิจัยเกี่ยวกับภาษาโลโกยังมีจำนวนจำกัด ซึ่งยังมีจำนวนน้อยมากในประเทศไทย ผู้วิจัยเห็นว่าควรที่จะได้มีการศึกษาให้กว้างขวางมากขึ้นอีกเกี่ยวกับการส่งเสริมด้านทักษะและการคิดให้กับนักเรียนไทยอันจะนำไปสู่การเป็นประชากรที่มีคุณภาพ

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 63-73 ; อ้างอิงมาจาก HAAS. 1970 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะกระบวนการด้วยกันโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

1. ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) จัดไว้ 8 ทักษะ
2. ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Process Skill) จัดไว้ 5 ทักษะ

ทักษะเบื้องต้น

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ และรายละเอียดของสิ่งของ หรือ ปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนด คุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของ สิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้
5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดง สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับทราบความคิดความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ
6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Spacetime Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ

หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่ง ที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกต จากเงาของวัตถุเมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต น่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกตหรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่า ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

2.1 การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

2.2 การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลของการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อ

ตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

4.1 การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางข้อความ หรือข้อความถึงตาราง หรือกราฟและการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

4.2 การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆโดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ เช่นระบुरूป 3 มิติที่เห็น
เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - 4.4.1 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ
(2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - 4.4.2 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น
 - 4.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่า
เป็นซ้าย หรือขวา ของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการ
เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยน
ไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่ง
ต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการ
นำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำ

หรือตัวแปรต่างๆให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

11.1 ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

11.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆนอกจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึง

- ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุปหมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆคือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ปรีชา กล้ารัศมี (2526 : 74) ได้ทำการทดลองสอนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ และ แผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธี ไม่แตกต่างกัน

สุมาลี พลราษฎร์ (2529 : 80) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพ การ์ตูน กับสอนตามคู่มือครู พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60 - 61) ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนจากการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

คัมภีร์ สุขศรี (2530 : 99) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นางนุช มาบุตร (2532 : 86) ได้รับการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกหัดการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดการคิดอย่างมีเหตุผล กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัญญา ทองมัน (2534 : 83 - 84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสอนให้นักเรียนทำกิจกรรมและเรียนโดยใช้หนังสือเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรลีย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้กลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง และกลุ่มควบคุมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี โดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้นวัตกรรมในการเรียนการสอน เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้น และไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มาทดลอง เพื่อศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดแบบอเนกนัย

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 261 - 297). ได้ให้ความหมายของความคิดแบบอเนกนัย (Divergen Thinking) ว่าเป็นการคิดตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบหลายแง่มุม เช่น ของสิ่งหนึ่งใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้ออกมามากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลกแตกต่างจากคนทั่วไป คือ ผู้ที่มีความคิดแบบอเนกนัย

การวัดความคิดอเนกนัย มุ่งวัดตัวประกอบในแต่ละเซลล์ ตามโครงสร้างทางสมอง ซึ่งมี 3 มิติคือ เนื้อหา (Content) ปฏิบัติการ (Operation) และการผลิต (Product) ตามลำดับ

แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Anderson and others. 1970 : 95 - 97) ได้ให้ความหมายของความคิดแบบอเนกนัยว่า เป็นกระบวนการคิดในลักษณะที่ไม่หยุดนิ่ง (Dinamics) เป็นการศึกษาขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ผู้ตอบจะใช้การคิดแบบอเนกนัยเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด

อารี รังสินันท์ (2527 : 23) ให้ความหมายของความคิดอเนกนัยไว้ว่าเป็นความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการหาคำตอบได้หลายอย่าง

ชินจิตร การบุญ (2525 : 5) ได้ให้ความหมายของความคิดอเนกนัยว่าเป็นความสามารถที่จะคิดหาวิธีการต่างๆ ได้หลายวิธี เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่กำลังประสบอยู่เป็นความคิดที่ได้จากการสร้างความคิดรวบยอดของวัตถุแห่งปัญหาที่เรา กำลังประสบอยู่ในสมอง

พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529 : 8) ได้ให้ความหมายของความคิดแบบอเนกนัยไว้ว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวนจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ และข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะมีส่วนของสิ่งเร้าเดิมรวมอยู่ด้วย หรือสามารถที่จะตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่มุมแตกต่างกันออกไป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดแบบอเนกนัย

ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการคิดอเนกนัย ไว้ดังนี้

ทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญา (Structure of Intellect Model) กิลฟอร์ด และคนอื่น ๆ ได้ทำการวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญา การศึกษาครั้งนี้ กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 60 - 64) ได้อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ ไว้ดังนี้

มิติที่ 1 วิธีกรคิด (Operation) เป็นมิติที่แสดงการทำงานของสมองในลักษณะต่าง ๆ 5 ลักษณะ คือ

1. การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะตีความเมื่อเห็นสิ่งเร้าได้ทันทีทันใด

2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะเก็บความรู้ไว้แล้วสามารถระลึกออกมาได้เมื่อมีสิ่งเร้า

3. การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นขบวนการของสมองที่จะคิดได้หลายแง่มุม หลายทิศทาง คิดหาคำตอบโดยไม่จำกัดจำนวนทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น ให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ให้มากที่สุด

4. การคิดแบบเนกนัย (Covergent Thinking) เป็นขบวนการของสมองที่จะสรุป หรือตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ และการสรุปเป็นคำตอบนั้นจะมีเพียงคำตอบเดียว เช่น การเลือกคำตอบในการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับ ความดี ความงามความเหมาะสม ความพอใจ โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) เป็นมิติที่แทนข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดของสมองแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. ภาพ (Figural) เป็นข้อมูลประเภทรูปธรรม สัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น ภาพ แสง เสียง

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นสิ่งเร้าที่ซับซ้อนมากกว่าภาพ เพราะอยู่ในรูปของเครื่องหมาย เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี และรหัสต่าง ๆ

3. ภาษา (Semantic) เป็นสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กันเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความคิดทางภาษา เช่น ธรรมชาติ แม่น้ำ

4. พฤติกรรม (Behavior) เป็นข้อมูลที่เป็นการแสดงออกของกริยาอาการ รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด เช่น ยิ้ม การแสดงความคิดเห็น

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) เป็นมิติที่แสดงถึงผลที่ได้จากการทำงานของสมองเมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 2 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นวิธีการคิดตามมิติที่ 1 ผลที่ได้จะออกเป็นมิติที่ 3 ซึ่งมี 6 ลักษณะ คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง ส่วนย่อยที่ถูกแยกออกมามีคุณสมบัติเฉพาะของตนเองที่แตกต่างจากสิ่งอื่น

2. กลุ่ม (Classes) หมายถึง กลุ่มของสิ่งของที่มีคุณสมบัติรวมกัน เช่น จำพวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จำพวกของสารที่มีพิษ

3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 พวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางอย่างเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย กลุ่มกับกลุ่ม ระบบกับระบบ เช่น การหาความต่างความเหมือน

4. ระบบ (System) หมายถึง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ผลของการคิดหลาย ๆ อย่างมีระเบียบ

5. การแปลงรูปแบบ (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การให้คำนิยาม การตีความหมาย การขยายความ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น

6. การประยุกต์ (Implications) หมายถึง การคาดหวังหรือการทำนายเรื่องบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดไว้ให้เกิดความแตกต่างไปจากเดิม

ลักษณะความคิดแบบขบถแนบ คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดกว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่เพิ่มขึ้น ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำ

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงความสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกัน หรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก เป็นความสามารถที่จะแสดงผลของการคิดออกมาได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

1.4 ความคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา ๆ หรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา

4. ความคิดละเอียดละออ รอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 103) ได้ศึกษาการจัดประเภทคำถามของ Aschner และ Gallagher และแบ่งคำถามออกเป็น 2 แบบ คือ คำถามแบบแคบ (Narrow Questions) และคำถามแบบกว้าง (Broad Questions) ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้แยกย่อยออกเป็นแบบละ 2 ประเภทคือ

1. คำถามแบบแคบ เป็นคำถามที่ต้องการใช้ความคิดในระดับต่ำ ต้องการคำตอบสั้น ๆ หรือเป็นการตอบเพียงแต่ใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น คำถามแบบแคบนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นหรือทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือใช้ในการอธิบายบอกความสับสนอันใดอย่างใดก็ดี คำถามแบบแคบนี้จะ เป็นทางนำไปสู่การคิดในระดับที่สูงขึ้น อันตรายในการใช้คำถามแบบแคบนี้คือ การใช้มากเกินไปจะขัดขวางการพัฒนาการความคิดในระดับสูงของเด็ก คำถามแบบแคบนี้แบ่งเป็น

1.1 คำถามความรู้-ความจำ (Cognitive-memory Questions)

เป็นคำถามแบบแคบที่จำกัดคำตอบที่สุด เป็นการคิดในขั้นต่ำ คำตอบเป็นผลของความจำ คำจำกัดความหรือความจำที่เกี่ยวกับเรื่องราวข้อมูลต่าง ๆ ผู้ตอบคำถามได้ต้องอาศัยความจำเป็นหรือประสบการณ์เดิมในการตอบ ตัวอย่างเช่น

1.1.1 สสารคืออะไร

1.1.2 แมลงมีกี่ขา

1.1.3 น้ำบริสุทธิ์มีสมบัติอย่างไร

1.2 คำถามเอกนัย (Convergent Questions) จัดเป็นคำถามแบบแคบที่กว้างกว่าคำถามประเภทความรู้-ความจำ เพราะคำตอบที่ได้จะเป็นการรวมข้อความจริงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วจึงจะออกมาเป็นคำตอบ คำตอบที่ถูกต้องที่สุดมีเพียงคำตอบเดียว เด็กต้องใช้ความคิดในระดับสูงขึ้นเพื่อนำความจริงที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กันเพื่ออธิบายคำตอบด้วยคำพูดของตัวเอง ตัวอย่างเช่น

1.2.1 ทำไมจึงมีหยดน้ำเกาะรอบนอกแก้วที่ใส่น้ำแข็งไว้

1.2.2 เมื่อต้มน้ำบนภูเขาส่ง ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 96°C

แสดงว่าอย่างไร

1.2.3 การต้มน้ำ การก่อไฟ การระบายสี ขบวนการใดเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. คำถามแบบกว้าง เป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ผู้ถามจะไม่สามารถเดาได้ว่าเด็กจะตอบอะไร เพราะคำถามนี้เป็นการดึงความคิดของเด็กออกมา คำถาม

แบบนี้จะทำให้เด็กเกิดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์และการสรุปอ้างอิง รวมทั้งคำตอบที่แสดงความคิดเห็น การตัดสินใจและการแสดงความรู้สึก สำหรับคำถามแบบกว้างนี้จะไม่มีความตึงเครียดที่สุด เมื่อครูใช้คำถามแบบนี้จะต้องใช้เวลาเด็กในการคิดหาคำตอบมากกว่าคำถามแบบแคบ คำถามแบบกว้างอาจใช้ในการกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักค้นคว้าในเนื้อหาวิชาให้ลึกซึ้งมากขึ้น หรือทำการทดลองให้มากขึ้น ช่วยพัฒนาให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) ใหม่ ๆ เกิดความคิด ความซาบซึ้งและเกิดทัศนคติที่ดี นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นและแนะแนวทางให้เด็กสนใจในประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ และสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ครูสามารถใช้คำถามแบบนี้ช่วยนักเรียนในการพัฒนาสติปัญญาให้เป็นผู้รู้จักที่จะรวบรวมข้อมูลและใช้ข้อมูลนั้น เพราะว่าคำถามแบบกว้างจะมีคำตอบที่ถูกมากกว่า 1 คำตอบ เด็กจะเลือกนิสัยที่จะเดาคำตอบหรือจำข้อความในหนังสือมาตอบครู แต่จะใช้ข้อความนั้น ๆ มาพัฒนาความคิดในระดับที่สูงขึ้น คำถามแบบกว้างนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 คำถามอเนกนัย (Divergent Questions) คำตอบของคำถามประเภทนี้ไม่มีการคาดคะเนล่วงหน้า เพราะเป็นการถามที่กระตุ้นความคิดของเด็กให้เด็กได้นำความรู้เดิมหรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาประกอบกันโดยใช้สมรรถภาพทางสมองด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือการสังเคราะห์ วิเคราะห์ การตั้งสมมติฐานและการสรุปอ้างอิง ดังตัวอย่างเช่น

- 2.1.1 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- 2.1.2 สิ่งใดที่สำคัญที่มนุษย์ต้องการจากพืช
- 2.1.3 จะมีวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

ได้อย่างไรบ้าง

2.1.4 เมื่อใช้น้ำบอมมาล้างขาม ปรากฏว่ายังมีคราบสบู่ติดอยู่จากการล้างแบบนี้ได้ข้อสรุปอะไรบ้าง

2.2 คำถามประเมินค่า (Evaluative Questions) คำถามชนิดนี้ต้องการคำตอบในลักษณะที่แสดงถึงการตัดสินใจ ตัดสินคุณค่าการเลือกโอกาสหรือการโต้แย้ง

จัดเป็นคำถามในระดับขั้นที่สูงที่สุด เพราะทำให้นักเรียนได้เรียบเรียงความรู้สร้างแนวความคิดและเลือกแนวความคิดไปใช้ มุ่งให้หาเกณฑ์ที่จะใช้ในการพิจารณาคุณค่าตัดสินใจด้วยตนเองหรือใช้ในการเปรียบเทียบตัวอย่างเช่น

2.2.1 สมมติฐานใดเหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับการทดลองนี้

2.2.2 ถ้านักเรียนต้องการแยกสารประกอบ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

2.2.3 จากคำตอบของเพื่อนเกี่ยวกับการป้องกันการลิกกร่อนและพัดพาโดยลมและน้ำนั้น นักเรียนมีความเห็นว่าชัดเจนถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

บางครั้งการเลือกใช้คำถามก็ผิดวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ เช่น เราต้องการที่จะถามแบบให้มีการตัดสินใจเลือก แต่เป็นคำถามที่ถามความจำไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะคำถามที่เราใช้ในประโยคคำถาม บางครั้งไม่สามารถที่จะสื่อให้ผู้ฟังเข้าใจได้ การที่จะสื่อให้เข้าใจตรงกันในชนิดของคำถาม สำคัญอยู่ที่การใช้คำในประโยคคำถาม เพราะการเปลี่ยนคำถามที่เป็นตัวแสดงคำถามนั้น จะทำให้การสื่อความหมายผิดไป คำถามแต่ละแบบมีคำถามที่ใช้ถามต่างกันดังต่อไปนี้

คำที่ใช้ในคำถามประเภทต่าง ๆ

คำถาม ความรู้ - ความจำ

1. บอกชื่อ (Name)
2. ใช่, ไม่ใช่ (Yes or No)
3. บอกคำจำกัดความ (Define)
4. บอกสิ่งที่กำหนดให้ (Designate)
5. บอกสิ่งที่สังเกตเห็น (Identify Observe)
6. ถามให้ระลึก (Recall)

คำถามเอกนัย

1. ถามให้อธิบาย ทำไม, เพราะเหตุใด (Explain)

2. ให้ออกความสัมพันธ์ (State Relationship)
3. ให้เปรียบเทียบความแตกต่าง (Compare and Contrast)

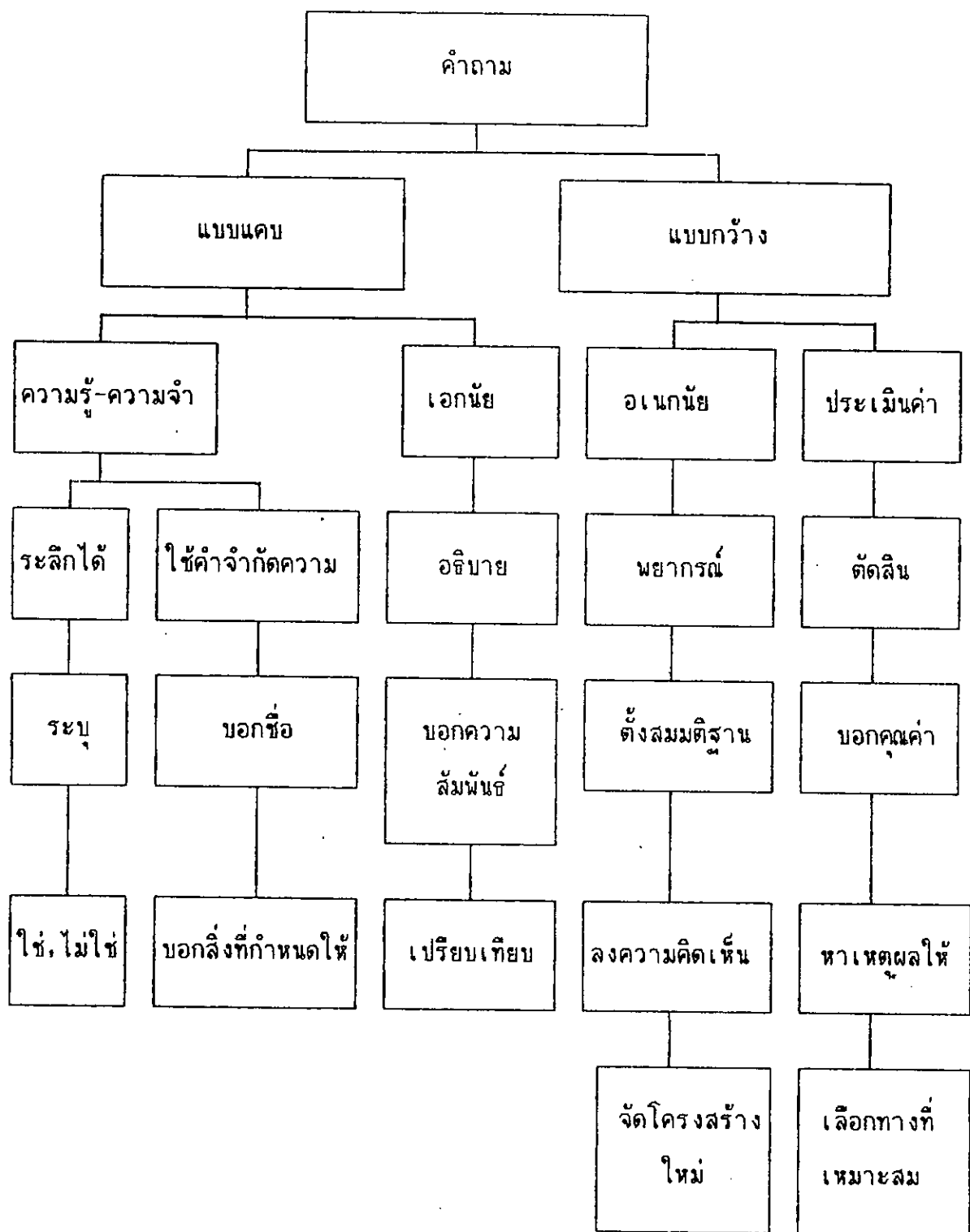
คำถามอเนกนัย

1. ให้นพยากรณ์ (Predict)
2. ให้ตั้งสมมติฐาน (Hypothesize)
3. ให้ลงความคิดเห็น (Infor)
4. ให้จัดโครงสร้างใหม่ (Reconstruction)

คำถามประเมินค่า

1. การตัดสินใจ (Judge)
2. ให้ออกคุณค่า (Value)
3. หาเหตุผลให้ (Defend)
4. ให้เลือกสิ่งที่เหมาะสม (Justified Choice)

คันนิงแอม (Cunningham. 1971 : 103) สรุปเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงการแยกประเภทคำถามตามแบบของ คันทิงแฮม

แนวคิดด้านสรีรวิทยาประสาท (Physiology of Human Brain) แนวคิดนี้เชื่อว่าสมองของมนุษย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมองส่วนซ้ายและสมองส่วนขวาเชื่อมโยงโดยกลุ่มเส้นประสาทที่เรียกว่า คอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus Callosum) สมองสองส่วนนี้จะทำงานสัมพันธ์กัน แต่ทำหน้าที่แตกต่างกัน คือสมองส่วนซ้าย (L - Hem) ทำหน้าที่คิดเกี่ยวกับสิ่งที่เห็นเหตุเป็นผล เช่นทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สมองส่วนขวา (R - Hem) จะทำหน้าที่คิดเกี่ยวกับการสังเคราะห์ สร้างสรรค์ และทางด้านสุนทรียะ และเชื่อว่าในช่วงวัยเด็กตอนต้นสมองส่วนขวากจะทำหน้าที่นำสมองส่วนซ้ายดังนั้นเด็กวัยนี้จึงมีความอยากรู้อยากเห็นและมีคำถามแปลก ๆ เสมอ ดังนั้นการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมไปกระตุ้นให้สมองทั้งสองส่วนมีโอกาสได้ทำงานอย่างสม่ำเสมอเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ทางความคิดของบุคคลให้สูงและกว้างไกลออกไปยิ่งขึ้น (ดิลก ดิลกานนท์. 2534 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Wittrock. 1977 : 89 ; Schirrmacher. 1988 : 60)

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดแบบอเนกนัยที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยยึดแนวความคิดของคันทันแอม ได้จัดประเภทของคำถามเพื่อใช้กระตุ้นความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ คำถามให้คิดพยากรณ์ คำถามให้ตั้งสมมติฐาน คำถามให้ลงความคิดเห็น คำถามให้คิดจัดโครงสร้างใหม่

การวัดความคิดแบบอเนกนัย

ในการวัดความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ อาร์ริงสันท์ (2527 : 173 - 176) ได้กล่าวสรุปไว้ดังนี้

1. การสังเกต โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออก เช่น วัดความคิดจินตนาการ ของเด็กจากพฤติกรรมการเล่น และทำกิจกรรม ได้แก่ การทดลอง การปรับปรุงและการตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การใช้คำอธิบาย การบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน การออกแบบสิ่งใหม่ ๆ

2. การวาดภาพ โดยให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิด

ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ วิธีการนี้ได้มีการทดลองใช้และศึกษากันมาเป็นเวลานาน

3. รอยหยดหมึก โดยการให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น โดยให้อิสระในการคิด ผัน

4. การเขียนเรียงความและศิลปะ โดยให้เขียนจากหัวข้อที่กำหนดและประเมินผลงานวัดความคิดแปลกใหม่ ความคิดจินตนาการ จากสิ่งที่เด็กได้เขียนออกมา

5. แบบทดสอบ โดยใช้วิธีให้เด็กทำแบบทดสอบที่ใช้ ภาษา ภาพ เป็นสื่อเพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดในการทดสอบที่มีการกำหนดเวลาให้

ที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่า เราสามารถวัดการคิดแบบอเนกนัยได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมเกี่ยวกับผู้ที่ต้องการจะวัด สิ่งที่วัดหรือศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบ สำหรับใช้วัดความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

การส่งเสริมความคิดแบบอเนกนัย

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1964 : 56 - 58) ได้กล่าวถึงหลัก 5 ประการ ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีความคิดอเนกนัยเป็นพื้นฐานที่สำคัญ ดังนี้

1. ยอมรับคำถามของเด็ก ได้แก่ การตอบคำถามอย่างเพียงพอหลายครั้งเด็กมักจะถามคำถามแปลก ๆ คำถามที่หาคำตอบไม่ได้ แต่ผู้ใหญ่ต้องยอมรับว่าคำถามเหล่านั้นเหมือนคำถามธรรมดา และแสดงความชื่นชม ควรส่งเสริมให้เด็กได้วิเคราะห์ และหาคำตอบที่แตกต่างออกไป บนพื้นฐานของประสบการณ์ส่วนตัวของเด็กแต่ละคน

2. ยอมรับความคิดเชิงจินตนาการและผิธรรมดาของเด็ก

3. แสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กมีคุณค่า

4. จัดหาโอกาสเพื่อให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง ขณะเดียวกันผู้ใหญ่ก็แสดงออกถึงความเชื่อถือว่าไว้วางใจในตัวเด็ก โดยใช้หลักการ ทำให้ผู้เรียนตื่นตัว และทำกิจกรรมด้วยตัวของเขาเองสอนเนื้อหาให้น้อยลงเพื่อพัฒนาทักษะความคิด

5. ให้มีเวลาที่จะปฏิบัติและเรียนรู้โดยปราศจากการวัดผล

เวลเซอร์แมน (ฉันทนา ภาคบงกช. 2528 : 35 ; อ้างอิงมาจาก Wessermann. 1984) กล่าวว่า การสอนให้เด็กคิดเป็นเรื่องที่น่าสนใจและศึกษากันมานาน แต่อย่างไรก็ตามอุปสรรคของการสอนทักษะการคิดนั้นมีหลายวิธี เช่น การใช้คำถาม การใช้อุปกรณ์ และสื่อการสอน แบบเรียน แบบฝึกหัด ส่วนใหญ่ไม่ได้ส่งเสริมการคิดในระดับสูง และขาดการฝึกฝนในการคิดในแนวกว้างหรือการคิดแบบอเนกนัย นอกจากนี้ยัง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นอุปสรรคที่สำคัญ บรรยากาศที่เคร่งเครียด การให้การส่งเสริมแรงแก่เด็กที่เจียบ ไม่ช่างซักถาม เป็นบรรยากาศที่ไม่เอื้อต่อการส่งเสริมการคิด ดังนั้นครูและวิธีสอนจึงมีอิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะการคิดของเด็กมาก

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด

สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526 : 45) กล่าวว่า การคิดประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและผลผลิต กล่าวคือ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดได้แก่ การใช้วิธีการคิด และทักษะการคิด สำหรับส่วนที่เป็นผลผลิต (Products) ได้แก่ ผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือพัฒนางานเป็นการพิจารณาถึงคุณภาพของการคิด

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด สรุปได้ว่า นักวิทยาและนักการศึกษาในปัจจุบันต่างก็ตระหนักในเรื่องความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งตัวนักเรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียนถือว่าส่วนหนึ่งมาจากความต้องการ และตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ในการเรียนการสอนครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตน ฝึกให้หัดคิด หัดทำ สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง แต่ปัญหาที่เกี่ยวกับพัฒนาการของเด็ก พ่อแม่ ครู อาจารย์ ต่างกำลังประสบอยู่ก็คือ การทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร อันนับเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จะเอื้ออำนวยต่อการค้นคว้าหาความรู้จากวัตถุ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เร้นลับ และเพื่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบมาสร้างสรรค์งานทางเทคโนโลยี ฉะนั้นการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา

การคิดที่นำมาออกแบบการสอนที่นิยมกันมาก ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย จำแนกเป็น 4 ลักษณะ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายทั้งส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและส่วนที่เป็นการกระทำที่ทำให้เกิดผลิตผลต่าง ๆ และมีลักษณะพิเศษเฉพาะว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญาการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์

ซันด์ และ ทรอบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 358) ได้ให้คำแนะนำสำหรับครูเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางการสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ให้ความเอาใจใส่ในงานสร้างสรรค์
2. ส่งเสริมความคิดใหม่ ๆ
3. ส่งเสริมนักเรียนให้ทำการทดลองและสาธิต
4. กำหนดงานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้ทำที่บ้าน
5. ส่งเสริมโครงงาน หรือวิจัยที่มีการสร้างสรรค์
6. ให้นักเรียนแสดงผลงาน

7. ส่งเสริมการเขียนเพื่อการสืบเสาะหาความรู้
8. ส่งเสริมให้นักเรียนมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
9. ให้อำนาจความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในคนมาใช้ในการเกิดประโยชน์
10. ให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม และมีความรับผิดชอบในการเลือกหัวข้อที่จะศึกษา
11. ส่งเสริมการทำงานสร้างสรรค์ด้วยตนเองมากกว่าการทำงานเป็นทีม
12. ส่งเสริมการผลิต หรือการปรับปรุงอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
13. นำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนคนอื่นมาแสดงในห้องเรียน
14. ส่งเสริมการแสดงออกทางการสร้างสรรค์ เช่น การทดลอง โครงการ ศิลปะ การเขียน เป็นต้น
15. ส่งเสริมการสืบเสาะ การค้นพบ และการประดิษฐ์
16. ให้อำนาจในการตัดสินใจ

นอกจากนี้ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) ยังได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วๆ ลักษณะของสถานการณ์ยั่วๆ อาจจะประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาท ฯลฯ

การให้สถานการณ์ยั่วๆประกอบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น เริ่มแรกครูอาจจะระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อมาเมื่อเห็นว่า นักเรียนมีความสามารถคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการมองเห็นปัญหานั้น ต้องให้เวลาก่อนนักเรียนในการฝึกฝนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยอยู่มาก หากเร่งรัดหรือคาดหวังที่จะให้นักเรียนคิดขั้นสูง ในขณะที่นักเรียนไม่พร้อมก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคของการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างที่ครูมักจะพบปัญหาย่อยๆ เช่น เมื่อครูสร้างสถานการณ์โดยการให้นักเรียนสังเกตรูปภาพใดรูปภาพหนึ่งแล้วถามนักเรียนว่านักเรียนสงสัยอะไรบ้าง หรืออยากจะถามอะไรเกี่ยวกับรูปภาพนั้นบ้าง

นักเรียนเป็นจำนวนไม่น้อยจะสามารถตั้งคำถามได้ทันทีทันใด อย่างไรก็ตามการฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาหลายแง่ หลายมุมเป็นการฝึกที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบอเนกนัย หรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ลักษณะคำถามในสถานการณ์ยั่วยวควรมีลักษณะดังนี้

1.1 เป็นคำถามนำไปสู่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ

1.1.1 ถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

1.1.2 ถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามให้สังเกตให้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้ความคุมตัวแปร ให้จัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ฯลฯ

1.1.3 ถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ครูเล่าให้ฟัง เกี่ยวกับผลงานของผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบ เกี่ยวกับผลการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฯลฯ

1.1.4 ถามให้คิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และถามให้ประเมินผล (Evaluation Question) ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ คำถามแบบอเนกนัย ได้แก่ คำถามให้ตั้งสมมติฐาน ลงความเห็น ออกแบบการทดลอง พยากรณ์ เป็นต้น และคำถามแบบประเมินผลได้แก่ คำถามให้แสดงความคิดเห็น ให้ตัดสินใจ ให้แสดงความรู้สึกถามเกี่ยวกับค่านิยมจะเห็นว่าคำถามแบบอเนกนัยก็ดี คำถามประเมินก็ดี ต่างก็เป็นคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

1.2 คำถามที่นำไปสู่การคิดจินตนาการ โดยสร้างคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ สิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นไปได้ยาก เช่น ถามว่า ถ้านักเรียนเดินทางออกไปนอกโลกนักเรียนจะทำอย่างไร ถ้าไม่มีดวงอาทิตย์สิ่งมีชีวิตในโลกนี้จะเป็นอย่างไร ฯลฯ

การจัดสถานการณ์ช่วยตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอน อาจจะจัดไว้ช่วงเริ่มเข้าสู่บทเรียน ระหว่างเรียน หรือช่วงสรุปบทเรียนช่วงใดช่วงหนึ่ง หรือจะกำหนดไว้หลายช่วงตอนก็ได้ หรืออาจจะอยู่ในลักษณะเป็นแบบฝึกหัดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบซึ่งครูสามารถที่จะสอน หรือจัดสถานการณ์ยังยู่ทั้ง 3 ขั้นตอน หรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่า ความคิดเห็น ใดๆ จะถูกหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองนี้จะ เป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทางคิดได้มากในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองคือ

2.1 เพื่อจะให้เกิดความคิดหลายแง่หลายมุมหลังไหลจากสมาชิกให้มากที่สุดเท่าที่จะมาได้

2.2 เพื่อส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่มีข้อใด ใดๆ ยอมรับความคิดที่เสนอแนะ สนับสนุนความคิดแปลกใหม่ ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ใดๆ ไม่ว่าความคิดนั้นจะดีหรือไม่

2.3 เพื่อส่งเสริมอิสระทางความคิดเชิงปฏิบัติของสมาชิกเป็นรายบุคคล ซึ่งบุคคลแต่ละคนย่อมมีแนวคิดของตนเอง แนวความคิดอิสระนี้จะพัฒนาไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

2.4 เพื่อช่วยขจัดความยากลำบากของการแก้ปัญหาในน้อยลง

2.5 เพื่อให้ได้แนวทางของการแก้ปัญหาร่วมกัน สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้ร่วมอภิปราย ร่วมฟังแนวความคิดของสมาชิกซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดแห่งตนและการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยสามารถนำความคิดทั้งหมดที่หลังไหลรั้งพรูออกมา นั้น มาพิจารณาร่วมกันอีกครั้งหรือหลายครั้งก็ได้ แล้วพิจารณาตัดสินว่า ความคิดใดควรจะเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3. การจัดกิจกรรมเน้นให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น ตั้งปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์

อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เสริมเพิ่มเติม หรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วให้นักเรียนนำไปพิจารณา เลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำโดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ พิสูจน์ การบรรยาย เป็นต้น

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้กิจกรรมจากงานไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จนี้ถือว่าเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยา ที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากจะให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มตามแนวทางของแบบระดมพลังสมองซึ่งกล่าวไว้แล้วนั้น การจัดกิจกรรมแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสดำเนินการเป็นรายบุคคลบ้างก็จะเป็นการพัฒนาความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญา และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดแบบอเนกนัย

งานวิจัยในประเทศ

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (2516 : 53) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ข้อสอบมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 พบว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์สูงมีค่าเฉลี่ยของความสามารถทางสัญลักษณ์ประเภทต่าง ๆ คือ การรู้การเข้าใจ การจำ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่า สูงกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ต่ำ และพบว่า แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองทางสัญลักษณ์ที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการเรียนวิชาศาสตร์สูง คือ แบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย

อาร์มอนด์ ทักสิน (2526 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยของเด็กปฐมวัยอายุ 4 - 6 ปี โดยใช้การเล่น 2 แบบ คือ กลุ่มทดลองได้รับการเล่นที่ใช้อุปกรณ์เพื่อส่งเสริมการเล่นโดยตรงและการเล่นที่ใช้อุปกรณ์พื้นบ้าน ทำการทดลอง 24 ครั้ง ใน 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคิดแบบอเนกนัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปาริชาติ อรุณศักดิ์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการคิดแบบอเนกนัยของเด็กปฐมวัย ที่ได้รับการเล่นนิทานที่ไม่จบเรื่องสมบูรณ์และการเล่นนิทานตามปกติ พบว่า เด็กที่ได้รับฟังนิทานโดยวิธีการเล่าที่ไม่จบเรื่องสมบูรณ์ และโดยวิธีการเล่าแบบปกติมีการคิดแบบอเนกนัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮาดดอน และลิตตัน (Haddon and Lytton. 1960 : 171 - 180)

ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอน และพัฒนาการของความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยกับเด็กประถมศึกษาอายุ 11 - 12 ปี พบว่า เด็กที่มาจากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลางมีความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยต่ำกว่าเด็กที่มาจากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิตตัน และคอตตัน (Lytton and Cotton. 1969 : 188 - 190) ได้

ศึกษาความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 จำนวน 143 คน เป็นนักเรียนจากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลาง จำนวน 2 แห่งซึ่งการศึกษาของเขาคล้ายกับการศึกษาของ ฮาดดอน และลิตตัน แต่เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยไม่แตกต่างกัน ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ ฮาดดอน และลิตตัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบของการสอนของโรงเรียนที่นำมาศึกษาไม่แตกต่างกันจริง แต่อาจเป็นไปได้เหมือนกันว่าผลของการเรียนรู้แบบยึดหยุ่น หรือการสอนแบบยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางของนักเรียนอายุ 14 ปีนี้ ไม่สามารถวัดออกมาได้โดยแบบทดสอบวัดความ

คิดแบบอเนกนัยฉบับที่ใช้นี้ อาจเป็นผลจากข้อบกพร่องของแบบทดสอบ หรืออาจเป็นเพราะระดับมัธยมศึกษามีระบบที่ซับซ้อนยุ่งยากยิ่งกว่าโรงเรียนประถมศึกษา

แฟรงกลิน และริชาร์ดส์ (Franklin and Richards. 1971 : 66 - 70) ได้ศึกษาผลของการสอน ความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยโดยตรง กับเด็กระดับประถมศึกษา อายุ 9 ถึง 10 ปี กลุ่มทดลองได้รับการฝึกการคิดแบบอเนกนัย ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนเกี่ยวกับศิลปะ เช่นเดียวกับกลุ่มทดลองแต่ไม่เน้นการคิดแบบอเนกนัย พบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นั้น มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีการคิดแบบอเนกนัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความคิดแบบอเนกนัย ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความคิดแบบอเนกนัย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ว่า ความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงผลงานทางความคิด เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4 ลักษณะ คือ คิดพยากรณ์ คิดตั้งสมมติฐาน คิดลงความคิดเห็น คิดจัดโครงสร้างใหม่ ตามแนวของการจัดประเภทของคำถามแบบอเนกนัยของคันทันนิ่งแอม และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของการคิดของกิลฟอร์ด 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาทักษะกระบวนการและความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงตัดสินใจเลือกการสอน โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เพื่อเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ว่าแตกต่างกันอย่างไร

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 จำนวน 160 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 สุ่มมาจำนวน 40 คน แล้วแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Number)

กลุ่มทดลอง การสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

กลุ่มควบคุม การสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเรื่อง ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย ซึ่งเป็นวิชาเลือกเสรี ว 011 ในหนังสือแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design มีลักษณะการทดลอง ดังแสดงในตาราง 2 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 216)

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)
- T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pretest)
- T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Posttest)
- X แทน การจัดกระทำ (Treatment) การสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก
- แทน การจัดกระทำ (Treatment) การสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
หลากหลายแบ่งเป็น

1.1 แผนการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

1.2 แผนการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

2. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

3. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. แบบทดสอบความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ขอบข่ายและรายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีสอน การวัดผล การประเมินผล ของการสร้างแผนการสอนวิชา ว 011

2. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของกิจกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน

3. กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

4. สร้างแผนการสอนจำนวน 18 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.2 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ ดำเนินการดังนี้

4.2.1 แผนการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

1. ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม ครูแนะนำอุปกรณ์และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม
2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกโดยมีครูเป็นที่ปรึกษา
3. ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดร่วมกันถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.2.2 แผนการสอนโดยให้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

1. ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม ครูแนะนำอุปกรณ์และขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม
2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา
3. ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.3 สื่อการสอน

4.4 การวัดผลและประเมินผล

5. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
6. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้

6.1 ทดลองสอนกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย กิจกรรม แล้วนำมาแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น

6.2 ทดลองสอนภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง 2533 แบบฝึกกิจกรรมและแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 011 เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์ เนื้อหา วิธีสอนและการวัดผลประเมินผล
2. กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรม
3. วางเค้าโครงรูปแบบของกิจกรรมในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก เพื่อจัดลำดับก่อนหลังและเหมาะสมกับจุดประสงค์ของแต่ละกิจกรรม
4. นำรูปแบบของคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกที่เสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องด้านรูปแบบและภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
5. นำรูปแบบของคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน นิยามตรวจสอบความถูกต้องทางด้านจุดประสงค์และเนื้อหาของกิจกรรมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
6. นำคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกที่สร้างเสร็จแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์นิยามตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมและแก้ไขปรับปรุง
7. นำคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกที่ปรับปรุงเสร็จแล้ว พร้อมทั้งแผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโกไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 5 คน แล้วบันทึกข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองและยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อน โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 5 คน เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

9. นำคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกที่ผ่านการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วกับแผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโกไปใช้ทดลองจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 20 คน ตามที่สุ่มตัวอย่างไว้ดังกล่าวมาข้างต้น

10. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก ประกอบด้วยดังนี้

10.1 ชื่อกิจกรรม

10.2 คำชี้แจง อธิบายการปฏิบัติกิจกรรมและการใช้คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

10.3 ขั้วจุดประกายความคิด คึักษาลานการณั้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อความ รูปภาพและฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโก

10.4 ขั้วขยายความคิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อยายความคิดของนักเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และจินตนาการโดยการจัดโครงสร้างภาพกราฟิคด้วยวิธีการเขียนชุดคำสั่งภาษาโลโก

10.5 ขั้วถ่ายทอดความคิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเขียนโปรแกรมและปฏิบัติตามแนวความคิด และจินตนาการด้วยภาษาโลโกให้ออกมาเป็นรูปภาพกราฟิคบนจอคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งเขียนคำบรรยายเป็นข้อความ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
หลากหลาย
3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน
4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์จำนวน 80 ข้อ
5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม
ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุง
แก้ไข
6. นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไป
ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้วจำนวน 100 คน
7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1
คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและ
รวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อหาความยากง่าย (P) และค่า
อำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำหาค่า
 P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จูง เตห์ ฟาน สร้างไว้ และเลือกเอา
ข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 186 - 187) จำนวน 50 ข้อ
8. นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้แล้วจาก
ข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต
จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้
สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168) มีค่าความ
เชื่อมั่น .88

แบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแบบทดสอบจากหนังสือ Teaching Science by Inquiry in the Secondary School (Sund and Trowbrid. 1973) หนังสือ Creative Teaching of Science in the Elementary School (Pittz and Sund. 1974) และศึกษาลักษณะการตั้งคำถามแบบอเนกนัย จากหนังสือ Developing Teacher Competencies (Weigand. 1971) แล้วปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย แบบทดสอบนี้เป็นแบบเขียนตอบ มีจำนวน 4 ข้อ ลักษณะของแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่มีรูปภาพประกอบคำบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนคิดพยากรณ์ คิดตั้งสมมติฐาน คิดลงความคิดเห็น และคิดจัดโครงสร้างใหม่ โดยให้นักเรียนเป็นผู้เขียนตอบเองให้ได้คำตอบในแนวทางที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำใครให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลาจำกัด
2. นำแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ให้ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา เหมาะสมด้านการใช้ภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข
3. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้นเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษา เวลาเพื่อที่จะต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดเวลาให้ทำข้อละ 10 นาที
5. การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ ให้คะแนนทางความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิด 3 องค์ประกอบ ตามเกณฑ์ดังนี้
 - 5.1 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์

5.1.1 พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของการตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ การลงความคิดเห็น และการจัดโครงสร้างใหม่ ในแต่ละสถานการณ์

5.1.2 จำนวนคำตอบที่ใช้ได้แต่ละคำตอบจะได้ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

5.1.3 คำตอบที่ใช้ไม่ได้ตามเงื่อนไขของการตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ การลงความคิดเห็น และการจัดโครงสร้างใหม่ จะไม่ได้คะแนน

5.2 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์

5.2.1 จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนวความคิดที่แตกต่างกัน

5.2.2 คำตอบที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันแม้จะมีหลายข้อจะไม่ได้คะแนนซ้ำ

5.2.3 ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

5.3 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

5.3.1 นำคำตอบของนักเรียนทั้งหมดหาความถี่ของคำตอบแต่ละ คำตอบ

5.3.2 พิจารณาคำตอบของผู้เข้าสอบจำนวน 100 คน โดยใช้เกณฑ์ในการตรวจตามหลักการของ ทอแรนต์ ซึ่งดูจากความถี่ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 5 คนขึ้นไป	ได้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 4 คน	ได้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 3 คน	ได้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 2 คน	ได้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 1 คน	ได้ 4 คะแนน
คำตอบที่ไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น	ได้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อหาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน หาได้จากผลรวมของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

6. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแนกนัยทางวิทยาศาสตร์ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง นำคะแนนที่ได้จากการสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร หาค่าสัมประสิทธิ์ อัลฟา ของ ครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 172) มีค่าความเชื่อมั่น .83

7. นำแบบทดสอบวัดความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ที่หาคุณภาพแล้วไปใช้ทดลองจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตั้งได้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง
2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. ทำการทดลองโดยผู้วิจัยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน
 - 4.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก้
 - 4.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
5. เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์
6. ตรวจผลการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2536 : 59) คือ

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา

สายยศ. 2536 : 64) คือ

$$S = \sqrt{\frac{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	X^2	แทน	คะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% โดยเปิดตารางของจุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

2.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_c^2} \right]$$

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่งๆ ซึ่ง

$$p = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1-p$

S_c^2 แทน คำนวณความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร หาค่าสัมประสิทธิ์ อัลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 172)

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_c^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_1^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_2^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนรวมทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 และ ข้อ 2 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t -test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
D_1	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD1-MD2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 และ ข้อ 4 เพื่อหาพัฒนาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ภายในกลุ่มทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent (นิภา ศรีไพโรจน์. 2527 : 200)

$$t = \frac{\frac{\sum D}{N}}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$S_{MD1-MD2}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างก่อนทดลองกับหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนทำการทดลอง ได้ผลดังตาราง 3 และ 4

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมก่อนทำการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t
กลุ่มทดลอง	20	24.80	5.976	1.934 [*]
กลุ่มควบคุม	20	21.15	5.961	

$$t (.05, 38) = 1.684$$

^{*} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค
การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่น
เชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลองแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงได้ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยใช้สถิติ $t - test$ Independent
ในรูปของ Difference score ทั้งนี้เพราะนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีพื้นฐาน
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเริ่มการทดลองแตกต่างกัน

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนทำการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t
กลุ่มทดลอง	20	51.15	15.574	2.237 *
กลุ่มควบคุม	20	41.35	11.882	

$$t (.05, 38) = 1.684$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงได้ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยใช้สถิติ t - test Independent ในรูปของ Difference score ทั้งนี้เพราะนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานด้านความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเริ่มการทดลองแตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบโดยใช้ t - test ในรูป Difference score ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	20	24.80	29.50	4.70		
					0.613	3.752**
กลุ่มควบคุม	20	21.15	23.55	2.40		

$$t(.01, 38) = 2.704$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทดสอบโดยใช้ t - test ในรูป Difference score ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	20	51.15	99.60	48.45		
					4.672	3.992**
กลุ่มควบคุม	20	41.35	71.15	29.80		

$$t(.01, 38) = 2.704$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบด้าน
ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิด
ริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบโดยใช้ t -test
ในรูป Difference score ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบ
ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และ
ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความคิดแบบขอเนกนัย	กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
ทางวิทยาศาสตร์							
ความคิดคล่องแคล่ว	กลุ่มทดลอง	20	26.05	43.50	17.45	1.724	3.973**
	กลุ่มควบคุม	20	20.70	31.30	10.60		
ความคิดยืดหยุ่น	กลุ่มทดลอง	20	18.95	36.60	17.65	2.885	2.582*
	กลุ่มควบคุม	20	15.80	26.00	10.20		
ความคิดริเริ่ม	กลุ่มทดลอง	20	6.15	19.50	13.35	2.540	1.713
	กลุ่มควบคุม	20	4.85	13.85	9.00		

$$t(.01, 38) = 2.704$$

$$t(.05, 38) = 2.021$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สำหรับความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบโดยใช้ t - test dependent ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	SD_1	$\bar{X}_2$	SD_2	t
กลุ่มทดลอง	20	24.80	5.961	29.50	6.237	9.199**

$$t(.01, 38) = 2.861$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่น เชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

6. เปรียบเทียบความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของ
ความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้าน
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบโดยใช้ t - test dependent ได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของ
ความคิดแบบขอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้าน
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ความคิดแบบขอเนกนัย ทางวิทยาศาสตร์	N	$\bar{X}_1$	SD ₁	$\bar{X}_2$	SD ₂	t
ความคิดคล่องแคล่ว	20	26.05	6.786	43.50	10.763	11.422**
ความคิดยืดหยุ่น	20	18.95	5.165	36.60	9.428	10.921**
ความคิดริเริ่ม	20	6.15	6.243	19.50	11.998	6.890**
ความคิดแบบขอเนกนัย ทางวิทยาศาสตร์	20	51.15	15.750	99.60	28.138	12.048**

$$t(.01, 38) = 2.861$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่า คะแนนเฉลี่ยความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณา เป็นรายองค์ประกอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิด ยึดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ย ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยึดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่ม ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกและการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการสอน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 สุ่มมาจำนวน 40 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ตารางเลขสุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

2.4 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบ
ปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .88

2.5 แบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็น
แบบทดสอบให้นักเรียนเขียนตอบในเวลาที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .83

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 นำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเรียนวิชา ว 011 จำนวน 160
คน มาลุ่มด้วยวิธีการลุ่มอย่างง่ายโดยใช้ตารางตัวเลขลุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง 40 คน แล้วลุ่ม
แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 20 คน

3.2 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3.3 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการทดสอบ
มาตรวจให้คะแนน

3.4 ทำการทดลองโดยผู้วิจัยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นในเนื้อหาเดียวกัน
ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

3.5 เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

3.6 ตรวจผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบ
อเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบ
สมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนน ความแปรปรวนของ
คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 และข้อ 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ในรูป Difference Score

3. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 3 และข้อ 4 เพื่อหาพัฒนาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มทดลองโดยวิธีการทางสถิติแบบ t - test Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับนักเรียนกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้กลุ่มทดลองใช้รูปแบบการสอนโดยการให้นักเรียนฝึกเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นกิจกรรมที่จูงใจนักเรียนให้เกิด

ความอยากรู้อยากเห็น ตื่นเต้น กระตือรือร้นที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถในการใช้ทักษะ ได้อย่างอิสระ จึงทำให้เกิดความชำนาญด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำ กิจกรรมอย่างเป็นระบบ โดยที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และคำถามแบบขอเนกนัย ก็จะมี ความอยากรู้อยากเห็นที่จะปฏิบัติกิจกรรม เพื่อที่จะแสดงผลงานออกมาที่จอคอมพิวเตอร์ โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความสามารถด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะ การตั้งสมมติฐาน ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา และทักษะการจัดกระทำ หรือสื่อความหมายข้อมูล จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์สูง ส่วนการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นของเล่นที่มีลักษณะ คล้ายของเล่นที่นักเรียนเคยเล่นมาก่อน นักเรียนจึงไม่เกิดความอยากรู้อยากเห็น ไม่ตื่นเต้น และกระตือรือร้นที่จะเรียน สอดคล้องกับผลการทดลองของ กิโนเทอร์ และวิลเลียมสัน (บงกชพันธุ์ ทองงาม. 2533 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Ginther and Williamson. 1985) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนแก่นัญหาจิตวิทยาทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมภาษาโลโกมีทักษะ ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่าที่เรียนตามปกติ และผลงานวิจัยของ เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2532 : 120) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษามากกว่า 70 % มีความพอใจ และเห็น ประโยชน์ว่าหลักสูตรการเขียนโปรแกรมภาษาโลโกไม่ยาก หรือง่ายเกินไป นอกจากนี้ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 34) กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของ การเรียนรู้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากธรรมชาติของนักเรียนในวัยนี้มีความอยากรู้อยากเห็น อยากคิดค้นในสิ่งต่าง ๆ เป็นแรงผลักดันอยู่ในตัวอยู่แล้ว การจัด กิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการได้คิด ได้ทำ ได้ทราบผลของการคิด เป็นการจัด โอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน เป็นการเสริมสร้างกำลังใจในการค้นคว้า หาความรู้อย่างเพลิดเพลิน เช่น การใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ ตลอดจนการเสริมแรง เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จตามกิจกรรมที่กำหนด

ประการที่สอง การสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกซึ่งใช้กับ

กลุ่มทดลอง เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เพื่อสร้างผลงานของตนเองอย่างอิสระจึงทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวความคิดของตนเอง ส่วนกิจกรรมการสอนที่ใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนมีความตั้งใจในการฝึกปฏิบัติอย่างมากเนื่องจากอุปกรณ์ไม่เร้าความสนใจ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ของ ชรอนไดค์ เกี่ยวกับทฤษฎีแห่งการฝึก (Law of Exercise) ที่ว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกหรือฝึกน้อยกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของไรเลย์ (Riley, 1975 : 5152 -A) ที่พบว่า นักเรียนที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยปฏิบัติจริงมีความรู้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

2. การเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า

2.1 นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

ประการแรก การสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ประกอบด้วย ขั้นตอนประกายความคิด ขั้นขยายความคิด และขั้นถ่ายทอดความคิด ที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีสถานการณ์ และคำถามแบบอเนกนัยซึ่งเป็นคำถามแบบกว้างนำไปสู่การคิดแบบอเนกนัยที่ตอบได้หลายแนวทาง เพื่อเร้าความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดและถ่ายทอดความคิดออกมาด้วยการ

เขียนโปรแกรมสร้างภาพที่จคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยจะทราบผลของความคืบหน้า ทำให้นักเรียนเกิดความชื่นชมผลงานของตนเอง เกิดความเชื่อมั่น และกล้าแสดงออกทางความคิดมากขึ้น ส่วนกิจกรรมการสอนที่ใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนไม่ค่อยได้ใช้ความคิดของตนเองในการสร้างผลงานเนื่องจากของเล่นที่ให้นักเรียนใช้เรียนเป็นของเล่นสำเร็จรูป ซึ่งสอดคล้องกับ เดวิส (อารี รังสินธ์ 2527 : 111 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1972) ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง และถ่ายทอดความคิดออกมาเพื่อให้เป็นจริงโดยจัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้แนวทางแก่เด็ก จะช่วยให้ความคิดนั้นกลายเป็นจริงขึ้นได้ และเดวิดสัน (เกษ บุญเพ็ง. 2532 : 64 ; อ้างอิงมาจาก Davidson. 1971 : 6273 - a) ให้ความคิดเห็นไว้ว่า เมื่อนักเรียนทราบผลการฝึกของตนเองทุกครั้งจะมีผลทำให้นักเรียนแข่งขันกับตนเองโดยไม่เกิดความเบื่อหน่ายที่จะฝึกต่อ จากงานวิจัยของ สมสมัย สมทรัพย์ (2529 : 103) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดริเริ่มสูงกว่า การสอนที่เน้นคำถามแบบแคบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 121) กล่าวไว้ว่า การสนับสนุนและเปิดโอกาสให้เด็กได้ใช้ความคิดความสามารถของเด็กอย่างอิสระ สามารถส่งเสริมความคิดของเด็กได้

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกจะฝึกปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมนี้ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับ ตั้งสมมติฐาน พยากรณ์ ลงความคิดเห็น และจัดโครงสร้างใหม่ อันเป็นลักษณะของการใช้ความคิดแบบอเนกนัย และการคิดแต่ละลักษณะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติกิจกรรมนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกิจกรรมการสอนที่ใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อย เนื่องจากของเล่นที่นักเรียนใช้เรียน มีปัญหาเกี่ยวกับความแข็งแรงและความคงทน ทำให้นักเรียนมีอุปสรรคในการปฏิบัติกิจกรรม เป็นเหตุให้นักเรียนไม่อยากที่จะคิดและปฏิบัติกิจกรรม ซึ่ง สมจิต ลวชนไพบุลย์ (2535 :

56) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ที่พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีส่วนสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากความคิดแบบอเนกนัย ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

2.2 นักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

ประการแรก เนื่องจากนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกมีโอกาสของความเป็นอิสระด้านความคิด มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระในการปฏิบัติกิจกรรมโดยไม่ถูกวิจารณ์ ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี เพราะกิจกรรมการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกจะมีคำถามให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จนเกิดความคล่องแคล่วและความยืดหยุ่นในการคิด ทำให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้แสดงออกในด้านความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ หลาย ๆ แนวทาง เหล่านี้ล้วนส่งเสริมให้เกิดความคิดแบบอเนกนัย และจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมการสอนที่ใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้นคำถามส่วนใหญ่

จะให้นักเรียนตอบคำถาม ที่ได้คำตอบมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ของเล่นที่กำหนดให้ จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกการใช้ความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ หลาย ๆ แนวทาง สอดคล้องกับแนวความคิดของ ลัมจิต สมัตถพันธุ์ (2522 : 62) กล่าวไว้ว่า การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดนั้นครูต้องให้ความไว้วางใจ ลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียน ให้ความสำคัญเป็นอิสระ เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครู ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเองและ ลัมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 27 - 32) กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างเต็มที่ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดได้ นอกจากนี้ นฤมล ยุทธาคม (2522 : 31) กล่าวว่า การสอนมุ่งให้นักเรียนคิดมีกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความคิดของผู้เรียน

ประการที่สอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อาจจะน้อยไป และช่วงเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละครั้งจะเว้นช่วงเวลานาน คือนักเรียนจะได้เรียนสัปดาห์ละเพียงครั้งเดียว คือ 2 คาบ และมีเวลาในการคิดที่จำกัด ทั้งนี้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก้นี้ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามด้านในเวลาเดียวกัน จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนที่จะแสดงความคิดได้ครบทุกองค์ประกอบในเวลาจำกัด และในขณะที่ทำการสอนผู้วิจัยสังเกตได้ว่า นักเรียนต้องทำงานให้เสร็จทันเวลา นอกจากนี้นักเรียนเคยชินกับการเรียนที่ต้องทำตามครูบอก และนักเรียนจะพยายามให้ครูช่วยคิดให้ จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนไม่พยายามที่จะคิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่เป็นความคิดริเริ่มออกมา ซึ่งกิจกรรมการสอนที่ใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะตอบคำถามได้โดยมีแนวทางของคำตอบที่ได้มาจากกิจกรรมที่กำหนดให้ จากที่กล่าวมานี้จึงเป็นสาเหตุให้ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ทั้งนี้นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเขียนโปรแกรม จึงทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝน และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับ ฮาวิซี (เบงกษนันท์ ทองงาม. 2533 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Harvey : 1985) กล่าวว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นโปรแกรมที่ดีที่สุดสำหรับเด็กเพราะเด็กได้ฝึกฝนทักษะหลายทิศทาง

4. การเปรียบเทียบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนการเขียนโปรแกรมด้วยตนเอง โดยใช้ภาษาโลโกที่เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่มีคำสั่งสั้น ๆ ง่าย ไม่ซับซ้อน ทำให้เมื่อนักเรียนใช้คำสั่ง

ภาษาโลโกแล้วจะปรากฏผลของการใช้คำสั่งตามที่นักเรียนคิดทันทีที่จ้อคอมพิวเตอร์ ทำให้ นักเรียนทำกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน ตื่นเต้น และเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดแบบอเนกนัยได้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีอิสระในการคิดและการกระทำด้วยตนเอง เป็นผลให้เกิดการพัฒนาความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ได้มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ บงกชพันธุ์ ทองงาม (2533 : 55) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กินเทอร์ และวิลเลียมสัน (Ginther and Williamson. 1965) กล่าวว่า ภาษาโลโกช่วยส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิด หลากหลาย และ เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา (2532 : 122) กล่าวว่า ภาษาโลโกเป็นภาษา คอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่มีศักยภาพสูง เหมาะกับเด็ก ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการค้น หาความคิดของตนเอง นอกจากนี้ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1984 : 41) ได้กล่าวถึง การพัฒนาโปรแกรมภาษาโลโกของ แพนฟีรต์ ที่มีจุดมุ่งหมายว่าในอนาคตเด็กควรเป็นผู้สอน ให้คอมพิวเตอร์ทำงานเพื่อเป็นการพัฒนาด้านการคิด ตามแนวคิดของ เพียเจต์ ที่เชื่อว่า เด็กเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือกระทำ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการ เรียนการสอน และการศึกษาต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ควรจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก โดยเฉพาะในวิชาเลือก เสรี เพราะจากการวิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียน กระตือรือร้นที่จะ ฝึกฝนตนเองให้มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพยายามที่ จะแสดงความสามารถในการคิดให้แปลก ๆ ใหม่ ๆ หลาย ๆ แนวทางมากที่สุด ซึ่งส่งผล ต่อความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียนต่อไป

1.2 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ควรจะนำเอาเทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มาใช้ในการจัดกิจกรรมนอกเวลาเรียน เช่น กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ กิจกรรมอิสระ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ควรจะนำเอาเทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะและความคิด หลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา เพื่อการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน

1.4 ผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สอนวิชาต่าง ๆ เช่น วิชาคณิตศาสตร์ วิชาศิลปะ วิชาภาษาไทย เป็นต้น ควรจะนำเอาเทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาคิดและทักษะด้านต่าง ๆ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาลงมือสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาลงมือสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่มกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หรือในระดับชั้นอื่น ๆ และกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาลงมือสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น ภาษาเบสิก ภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น ที่มีต่อความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

บรรณากรรม

บรรณานุกรม

- กัญญา ทองมัน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินูณินพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กฤษ ญูเพ็ง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกการคิดทางวิทยาศาสตร์กับที่สอนโดยไม่มีการใช้แบบฝึกการคิดทางวิทยาศาสตร์. ปรินูณินพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- ชนิษฐา ชานนท์. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," ใน วารสารเทคโนโลยีการศึกษา. 1 : 7 - 13 ; 2532.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. ผลการพัฒนาการศึกษาและแนวทางการพัฒนาการศึกษาในอนาคต. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2531.
- คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีน้ำใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูณินพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ฉันทนา ภาดบงกช. สอนเด็กให้คิด : การพัฒนาทักษะการคิดเพื่อคุณภาพชีวิตและสังคม. ม.ป.ท., 2528.
- ฉวีวรรณ กิยาวงค์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527

- ชั้นจิต การบุญ. อิทธิพลของการฝึกความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัย ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของเด็กก่อนวัยเรียน โรงเรียนพร้อมพรรณพิทย อำเภอปากเกร็ดจังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา กับการสอนระดับอนุบาล.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2521
- ดิลก ดิลกานนท์. การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. วิทยานิพนธ์
กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
อัดสำเนา.
- ทักษิณา สนวนนท์. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)," ใน คอมพิวเตอร์รีวิว. 3(32) :
56 - 67 ; กันยายน 2529.
- นางนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการ
ตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นุชนาฏ จิตติโกคา. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.
- นิภา ศรีไพโรจน์. หลักการวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2527.
- นฤมล ยุตาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการ
ทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.

- บงกชพันธุ์ ทองงาม. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถม
ปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม.
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อุดลำนเา.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัด
กาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
อุดลำนเา.
- ปรีชา กล่ำรัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดย
ใช้รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยให้อุปกรณ์การทดลอง. ปริญญาโท. กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อุดลำนเา.
- ปาริชาติ อรุณศักดิ์. การศึกษาการเล่านิทานที่ไม่จบเรื่องสมบูรณ์ที่มีผลต่อการคิดแบบ
อเนกนัย ของเด็กปฐมวัย. ปริญญาโท. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อุดลำนเา.
- ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," ใน เอกสารการ
นิเทศก์การศึกษา ฉบับที่ 233. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู, 2524. อุดลำนเา.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้และการสอน. กรุงเทพฯ : การนิศอาร์ต,
2523.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งลสมมติฐานและ
การพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท. กศ.ม. กรุงเทพฯ
: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อุดลำนเา.
- ผดุง อารยะวิญญู. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,
2527.

- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. "การพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์,"
ใน วารสารวิทยาศาสตร์. 43(1) : 56 - 63 ; มกราคม-กุมภาพันธ์ 2532.
- นิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. การสร้างแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตั้งเลข
ตามทฤษฎีโครงสร้างทางของกิลฟอร์ด. ปรินซ์นิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- พิทยา ไชยมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียน
เฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินซ์นิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- เพิ่มเกียรติ ขมวัฒนา. การพัฒนาหลักสูตรการเขียนโปรแกรมภาษาโลโกเพื่อการเรียนรู้
แนวคิดและฝึกทักษะคณิตศาสตร์สำหรับเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษา.
วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- พรพรรณ ไวทยากร และณพนธ์ อนันตรศิริชัย. "การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน
CAI," ใน วารสาร สสวท. 69(18) : 32 - 34 ; มกราคม - มีนาคม
2533.
- ไพโรจน์ ตรินธนากุล. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ, 2528.
- มานะ ออพานิชกิจ ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จากการเรียนรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.
ปรินซ์นิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อัดสำเนา.
- ยีน กุ๊ววรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยใน
การเรียนการสอน," ใน วารสารวิทยาศาสตร์. 40(11) : 563 - 569 ;
พฤศจิกายน 2529.

ยีน กุ์ววรรณ และประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา. โลโกบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น.

กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2528.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2536.

วิชาการ, กรม. รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษา
ตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.

_____, กรม. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533).
กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2534.

วัชรภรณ์ สิริยาภิวัฒน์. คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการเขียนโปรแกรม.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

วรภรณ์ ชัยโอกาส. การพัฒนสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.
มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2521.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มี
การประเมินผลกับไม่ประเมินผล. ปรินญานินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานินท์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วิรัช วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
อำนวยการพิมพ์, 2521.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ และนิมพันธ์ เตชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2532.
- วิรัตน์ สุนทรวิภาค. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์. ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- วารินทร์ รัตมัยพรหม. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน วารสารวิทยบริการ. 4(1) : 69 - 76 ; กันยายน 2525.
- วินัย เทียมเมือง ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ศิริพร สาเกตทอง. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519. อัดสำเนา
- _____, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.
- _____, สถาบัน. "แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (พ.ศ. 2535 - 2549)," วารสาร สสวท. 18(71) : 3 - 10 ; 2533.
- สมจิต สมัตถพันธุ์. "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," ครู. 4(3) : 61 - 63 ; ธันวาคม 2522.

สมจิต สวชนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. สมรรถภาพการสอนของครู. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

_____. รายงานการวิจัยการศึกษาค้นคว้าของการจัดการชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการสังเกตและวิเคราะห์งานวิจัยปีการศึกษา 2518-2534. กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

_____. การพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

_____. คู่มือการเรียนภาษาโลโก้ : สำหรับผู้เริ่มเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ (Symbolic Content) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนสืบเสาะที่เน้นคำถามต่างกัน. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. "การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน" รู้เรียนทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

- สมาลี พลราษฎร์. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หนังสือประกอบ
ภาพการ์ตูนกับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สุเทพ อู่สาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,
2517.
- _____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1 - 2.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์, 2531.
- สุวัฒน์ นิยมไทย. ผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจาก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อยซึ่งมีลักษณะของกลุ่มต่างกัน. ปรินญาณินท์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
อัดสำเนา.
- สุพร เข้มเอง. "การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาจาก 2515 -2535," 20 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,
2535.
- หอมหวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่
เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างนักเรียน
กับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อาทิตย์ อุไรรัตน์. "สารอภิศารบดินมหาวิทยาลัยรังสิต," การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์
- คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2535.

- อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. ปรินญาณินธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อารมภ์ ทักษิณ. เปรียบเทียบพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็กก่อนวัยเรียนที่มีการเล่นต่างกัน. ปรินญาณินธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- อารมภ์ ปุณโณทก. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาเพื่อพัฒนาเด็กไทย," ใน วารสารวิทยาศาสตร์. 43(1) : 55 - 59 ; 2532
- อารี รังสินนท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนาคารพิมพ์, 2527.
..... ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง, 2532.
- Anderson, Jonathan. Computing in School : An Australian Perspective. Burwood : Australian council for Educational Research, 1984.
- Anderson, R.D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. New York : Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1970.
- Assaf, Said Abdelfatth. "The Effects of Using Logo Turtle Graphics in Teaching Geometry on Eighth Grade Students Level of Thought, Attitudes Toward Geometry and Knowledge of Geometry," Dissertation Abstracts International. 46 : 2952 - A ; April, 1986.
- ASEP. "Inquiry Approach in a Guide to ASEP," Australian Science Education Project. 1974

- Brumbaugh, Kenneth Ellis. "An Analysis of the Effect Selected Factors upon the Implementation of Computer Usage in Secondary School Science Instruction," Dissertation Abstracts International. 35(7): 4271 - A ; January, 1975.
- Clements, Douglas H. Computers in Early and Primary Education. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice - Hall, Inc., 1985.
- Cunningham, Roger T. "Developing Question Asking Skills," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1971.
- Dele, E. "Teaching Thinking with Logo," School Microcomputing Bulletin. January, 1984.
- Dence, Marie. "Toward Defining the Role of CAI : A Review," Educational Technology. 20(5) : 50 - 54, 1980.
- Durnin, Robin Geoffrey. "Computer base Education : A Study of Student Interactions and Achievement in small Group and Individual Settings," Dissertation abstracts International. 45(12) : 3530 - A ; June, 1985.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis table. Princeton, New Jersey : Educational Services, 1952.
- Fanklin, L.S. and P.N. Richards. "Effects on Children's Divergent Thinking Abilities of a Period of Direct Teaching for Divergent Production," British journal of Educational Psychology. 47 : 66 - 70 ; February, 1971.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hill Book Company, 1973.
- Guilford. J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Inc., 1967.

- Haddon, F.A. and H. Lytton. "Teaching Approach and the Development of Divergent Thinking Abilities in Primary School," British Journal of Educational Psychology. 38 : 171 - 180 ; June, 1960.
- Kolebas, particia. "the Effecton the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who Have Participated in Science - A Process Approach Science First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A ; February, 1972.
- Liu. Hsi - Chiu. "Computer - Assisted Instruction in Teaching College Physics," Dissertation Abstracts International. 42 : 1411A-1412A ; March, 1975.
- Lytton, Hugh and Alan C. Cotton. "Divergent Tinking Abilities in Secondary School," British Journal of educational Psychology. 39 : 188 - 190 ; June, 1969.
- Malone, T.W. What makes thing fun to learn? : A Study of intrinsically motivation computer games. Cognitive and Instructional Sciencesseries, cis-7, palo Alto Research Center, Palo Alto California, 1980, In press.
- Mayer, Bunton and Lorretta Higerken. Introduction to research in nursing. Philadephia, J.B. Loppincoott, 1969.
- Mc Dowell, Darlene, Parrot. "A Study of the Effects of Using Subject Oriented Logo Materials with Fourth - Grade Students," Dissertation Abstracts International. 47 : 877 - A ; September, 1986.
- Mouly G. Psychology for Effective Teaching. 3 rd ed. New York : Holt - Rinehart and Winston, Inc., 1973.

- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39(8) : 4848 - A ; February, 1978.
- Piaget J. The Science to Education and the Psychology of the Child. New York : The Viking Press, 1971.
- Pittz, Albert and Robert Sund. Creative Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed. Boston : 1974.
- Prenis, John. Running Press Glossary of Computer Terms. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc., 1977.
- Riley, Joseph Philip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process skills Abilities Understanding of Science, Attitudes towards Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152 - A ; February, 1975.
- Sippl, Charles J. Microcomputer Dictionary. 2 edition. U.S.A. : Howard W. Sams & Co., Inc., 1981.
- Scott, William A. and Michael Werthelmer. Introduction to Psychological Research. 4 th ed. New York : John Wily and Son, 1962.
- Stolurow, Lawrence M. "Computer-Aided Instruction," in The Encyclopedia of Education. Vol. 02. p. 390 - 400. ed. by Lee C. Deighton. New York, Macmillan and Free Press, 1971.
- Spencer, Donald D. computer Dictionary. 2 edition. Floriad : Camelot Publishing Company, Inc., 1977.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge,. Teaching Science by Inquiry in Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1974.

- Tauro, John Peter. "A Study of Academically Superior Students Response to Particular Computer - Assisted Programs in Chemistry," Dissertation Abstracts International. 42(2) : 643 - a ; August, 1981.
- Torrance, E. Paul. Education and the Creative Potential. Minneapolis, The Lund Press, Inc, 1964.
- Turner, Gwendolyn Yvonne. "A Comparison of Computer-Assisted Instruction and a Programmed Instructional Booklet in Teaching Selected Phonics Skill to Preservice Teachers," Dissertation Abstracts International. 44(6) : 1750 - A ; December, 1983.
- Vanek, Eugenia and Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (VSS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 53 : 1522 - A ; September, 1974.
- Weigand, James E, ed Developing teacher Competencies. New Jersey prentice-Hall, 1971.
- Wise, Kevin Charles. "The Impact of Microputer Simulations on the Achievement and Attitude of High School Physical Science Student," Dissertation Abstracts International. 44(8) : 2432-A ; February, 1984.
- Zinn, K.L. "Computer - Assisted Instruction. (CAI)," Encyclopedia of Computer Sence. 268 - 270 ; 1976.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบ

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.28	.25	26	.46	.62
2	.60	.58	27	.38	.58
3	.50	.33	28	.70	.55
4	.75	.40	29	.63	.55
5	.70	.59	30	.43	.31
6	.71	.60	31	.50	.56
7	.46	.33	32	.58	.60
8	.75	.51	33	.55	.31
9	.58	.26	34	.51	.45
10	.53	.24	35	.45	.30
11	.70	.38	36	.43	.39
12	.45	.39	37	.48	.62
13	.50	.70	38	.68	.59
14	.63	.56	39	.58	.68
15	.58	.49	40	.60	.85
16	.28	.46	41	.56	.75
17	.68	.22	42	.43	.28
18	.58	.51	43	.43	.37

ตาราง (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
19	.65	.68	44	.46	.48
20	.51	.60	45	.48	.41
21	.63	.64	46	.55	.79
22	.40	.31	47	.45	.52
23	.51	.42	48	.38	.31
24	.50	.67	49	.56	.28
25	.58	.46	50	.45	.30

ตาราง แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	20	25	5	11	27	31	4
2	20	27	7	12	23	27	4
3	22	24	2	13	19	27	8
4	16	19	3	14	29	36	7
5	18	20	2	15	27	33	6
6	29	37	8	16	20	26	6
7	27	32	5	17	33	35	2
8	33	36	3	18	36	41	5
9	21	22	1	19	18	25	7
10	25	30	5	20	33	37	4

ตาราง แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	11	15	4	11	33	34	1
2	21	22	1	12	19	21	2
3	13	15	2	13	17	19	2
4	13	16	3	14	22	24	2
5	25	25	0	15	23	30	7
6	26	30	4	16	25	24	-1
7	23	24	1	17	30	32	2
8	12	17	5	18	22	25	3
9	20	23	3	19	17	19	2
10	26	28	2	20	25	28	3

ตาราง แสดงคะแนนความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	22	48	26	11	54	109	55
2	41	74	33	12	66	99	33
3	27	50	23	13	38	75	37
4	56	77	21	14	45	126	81
5	49	100	51	15	58	103	45
6	83	150	67	16	39	89	50
7	78	142	64	17	44	112	68
8	43	113	70	18	70	124	54
9	62	125	63	19	44	84	40
10	56	119	63	20	48	73	25

ตาราง แสดงคะแนนความคิดแบบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	31	51	20	11	60	112	52
2	35	43	8	12	42	76	34
3	46	67	21	13	22	67	35
4	39	65	26	14	57	97	40
5	52	83	31	15	53	82	29
6	46	85	39	16	20	75	55
7	40	66	26	17	62	85	23
8	20	56	36	18	28	46	18
9	36	71	35	19	41	58	17
10	44	70	26	20	43	68	25

ภาคผนวก ข

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

ครั้งที่ 1 กิจกรรม เรื่อง มลภาวะ

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทางตา เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับสถานการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
2. การใช้ทรัพยากรให้เป็นประโยชน์อย่างคุ้มค่า ต้องมีการพัฒนาและอนุรักษ์ควบคู่กันไป เพื่อให้สิ่งแวดล้อมคงสภาพที่ดีอยู่เสมอ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บรรยายภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกได้
2. บรรยายถึงการใช้นทรัพยากรให้เป็นประโยชน์อย่างคุ้มค่าได้
3. ออกแบบจัดโครงสร้างภาพบ้านอยู่อาศัย ที่ปราศจากมลภาวะ โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก ได้แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด
4. เขียนบรรยายและอภิปรายเกี่ยวกับ ลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์จากภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน
2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์ และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโกจากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 เตาสร้างบ้าน
2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถาม และฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือตอนที่ 2 บ้านน่าอยู่ โดยการออกแบบจัดโครงสร้างบ้านเดิมที่สร้างไว้ในตอนที่ 1 ให้ได้แบบที่แปลกใหม่ที่ไม่ว่าใครให้มากที่สุด และบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียน พิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตารางเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียนโดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่อง มลภาวะ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ออกมา

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

ครั้งที่ 2 กิจกรรม เรื่อง กินไม่คิดชีวิตมีภัย

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลจากความรู้เดิมที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น
2. สารอาหาร หมายถึง สารเคมีที่มีอยู่ในอาหารซึ่งร่างกายต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต แบ่งเป็น 6 ประเภท ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ถ้าร่างกายได้รับสารอาหารไม่ถูกส่วนและได้รับสิ่งเจือปนในอาหารจะเกิดอันตรายได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ออกแบบในการจัดกระทำ นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ที่เป็นภาพกราฟิก โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกได้แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด
2. บรรยายความสำคัญของสารอาหารประเภทต่าง ๆ ต่อร่างกาย และอันตรายจากการกินอาหารไม่ถูกส่วน จากสิ่งเจือปนในอาหาร
3. เขียนบรรยายและอภิปรายเกี่ยวกับ ลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์จากภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่ และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน

2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโก จากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 เตะเลือกซื้ออาหาร
2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถาม และฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือตอนที่ 2 อาหารที่ไม่มีพิษชีวิตไม่มีภัย โดยการออกแบบทำแผ่นป้ายแนะนำเกี่ยวกับอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ให้แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำใคร ให้มากที่สุด และบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียน พิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตาราง เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียนโดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่อง กินไม่คิดชีวิตมีภัย

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมา

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก
ครั้งที่ 3 กิจกรรม เรื่อง สายใยอาหาร เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศ โดยมีเกณฑ์ ความสัมพันธ์เกี่ยวกับการกินอาหาร
2. สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้ เรียกว่า ผู้ผลิต สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ต้องอาศัยอาหารจากแหล่งอื่น เรียกว่า ผู้บริโภค
 ผู้ล่า คือ สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร เหยื่อ คือ สัตว์ที่ถูกกินเป็นอาหาร
 โซ่อาหาร คือ การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิต การเขียนโซ่อาหาร
 หัวลูกศรชี้ไปทางผู้ล่าหรือผู้กิน สายใยอาหาร คือ ความสัมพันธ์ระหว่างโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ชี้บ่ง ผู้ล่าและเหยื่อในโซ่อาหารได้
2. บรรยายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตได้
3. จัดลำดับสิ่งมีชีวิตและเขียนโซ่อาหารได้เป็นภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ได้แปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร ได้มากที่สุด
4. เขียนบรรยายและอภิปรายเกี่ยวกับ ลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์จากภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วย

ภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน

2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์ และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโก จากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 ใครกินใคร
2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถาม และฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือตอนที่ 2 สายใยแห่งชีวิต โดยการออกแบบจัดโครงสร้างเขียนสายใยอาหารให้แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำใคร ให้มากที่สุด และบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียน พิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตารางเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่องสายใยอาหาร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมา

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก
ครั้งที่ 4 กิจกรรม เรื่อง พืชและสัตว์ในบึง **เวลา 100 นาที**

ความคิดรวบยอด

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบึง โดยมีเกณฑ์
 ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ระบุพืชและสัตว์ในบึงได้
2. แบ่งพวกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบึงโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดเองได้
3. เขียนภาพกราฟิกแสดงการจัดหมวดหมู่พืชและสัตว์ในบึงบนจอคอมพิวเตอร์
 ได้แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำใคร ได้มากที่สุด
4. เขียนบรรยายและอภิปรายเกี่ยวกับ ลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และ
 พยากรณ์จากภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วย
 ภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก
 (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วย
 ภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน
2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์
 ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์และฝึกใช้โปรแกรม
 ภาษาโลโก จากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 เตาชมธรรมชาติริมบึง

2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถามและฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือ ตอนที่ 2 ตามไปดู มื้ออะไรอยู่ในน้ำ โดยการออกแบบเขียนภาพกราฟิกเกี่ยวกับจัดหมวดหมู่ของพืชและสัตว์ที่อยู่ในบึงโดยแบ่งเป็น 2 พวกโดยนักเรียนกำหนดเกณฑ์เอง ให้ได้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร ให้มากที่สุด แล้วบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียน พิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตาราง เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติการ

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียนโดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่อง พืชและสัตว์ในบึง

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมา

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก

ครั้งที่ 5 กิจกรรม เรื่อง ใช้พลังงานอย่างฉลาด

เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลจากความรู้เดิมที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างฉลาด มาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น
2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างฉลาด ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ออกแบบการจัดกระทำ นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างประหยัด เป็นภาพกราฟิกจากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกได้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด
2. เขียนบรรยายและอภิปรายเกี่ยวกับลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ จากภาพกราฟิกบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน
2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโก จากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 เต่ายอดประหยัด
2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถามและฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือตอนที่ 2 เตือนให้ปลอดภัยไว้ก่อน โดยการออกแบบทำสติ๊กเกอร์คำเตือนเกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างประหยัดและปลอดภัย เป็นภาพกราฟิกที่เขียนด้วยภาษาโลโก ให้แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำใคร ให้มากที่สุด และบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียน พิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตารางเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่องใช้พลังงานอย่างฉลาด

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมา

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก
ครั้งที่ 6 กิจกรรม เรื่อง ปริมาตรของวัตถุ เวลา 100 นาที

ความคิดรวบยอด

1. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับสเปส หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
2. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อรูปทรงทางเรขาคณิตได้
2. วาดรูป 3 มิติได้
3. คำนวณหาปริมาตรของวัตถุได้
4. เขียนบรรยายและอธิบายเกี่ยวกับลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์จากภาพกราฟิควัดคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก เป็นข้อความที่แปลกใหม่และไม่ซ้ำใครได้มากที่สุด

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นแนะนำก่อนปฏิบัติกิจกรรม

1. ครูแนะนำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK) คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก และขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน
2. นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา ดังนี้

1. ขั้นจุดประกายความคิด นักเรียนศึกษาสถานการณ์และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโกจากคู่มือ ในกิจกรรมตอนที่ 1 จุได้มากเท่าไร
2. ขั้นขยายความคิด นักเรียนศึกษาคำถามและฝึกเขียนโปรแกรมในคู่มือตอนที่ 2 ใครนะ เก่งจริง โดยการออกแบบวาดภาพระบุทรงเรขาคณิตสำหรับใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นรูป 3 มิติ พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาตรหรือความจุ ด้วยภาษาโลโก ให้แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำใครให้มากที่สุด และบันทึกคำสั่งลงในตารางในคู่มือ
3. ขั้นถ่ายทอดความคิด นักเรียนพิมพ์คำสั่งที่กำหนดไว้ในตารางเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วนักเรียนเขียนคำบรรยายภาพ โดยลงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และพยากรณ์ ในคู่มือ ตอนที่ 3

ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนเสนอผลงานที่หน้าจอพร้อมทั้งบรรยายภาพเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์แลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานและร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แผ่นบันทึกโปรแกรมภาษาโลโก (LOGO WRITER DISK)
3. คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก กิจกรรมเรื่อง ปริมาตรของวัตถุ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจผลงานที่นักเรียนเขียนบันทึกไว้ในคู่มือ ภาพกราฟิกที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมา

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างคู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโก

คู่มือการเขียนโปรแกรมวิชาศาสตร์

ด้วยภาษาโลโก้



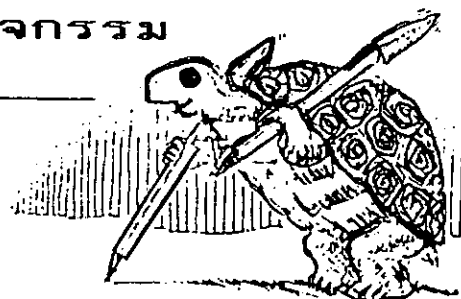
กิจกรรม เรื่อง ใช้พลังงานอย่างฉลาด

ชื่อ

เลขที่

ชั้น

คำชี้แจงการปฏิบัติกิจกรรม



I คำแนะนำการใช้คู่มือ

คู่มือการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดลงความคิดเห็น การคิดพยากรณ์ การคิดตั้งสมมติฐาน การคิดออกแบบจัดโครงสร้างใหม่ โดยการเขียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาโลโกตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และฝึกใช้โปรแกรมภาษาโลโกกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- ตอนที่ 2 ให้นักเรียนศึกษาคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และฝึกคิดออกแบบโดยเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมด้วยคำสั่งภาษาโลโกในตารางที่กำหนดให้
- ตอนที่ 3 ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมโดยการพิมพ์คำสั่งภาษาโลโกที่ออกแบบไว้ในตอนที่ 2 ให้แสดงผลออกมาที่หน้าจอพร้อมทั้งเขียนคำบรรยายภาพโดยลงความคิดเห็น พยากรณ์ และตั้งสมมติฐาน

II การเข้าสู่โปรแกรม LOGO WRITER

1. ใส่แผ่น LOGO WRITER DISK ในไดรฟ์ A
2. เปิดสวิตจอภาพ
3. เปิดสวิตเครื่องคอมพิวเตอร์
4. เมื่อจอภาพปรากฏ โปรแกรม LOGO WRITER แล้วกด ENTER



An Educational Product from LCSl

© Logo Computer Systems Inc. 1988
All rights reserved.

Version 2.0

Press 

5. จอภาพจะปรากฏจอ Contents ให้เลื่อนแถบสว่างโดยใช้ลูกศร
ขึ้น - ลง ไปที่ New Page แล้วกด ENTER

-----Contents-----

Use and keys to choose a
page and press Enter

New page

Shapes

HELP

6. จอภาพจะแสดงภาพเต่าโลโกอยู่กึ่งกลางจอภาพ และเคอร์เซอร์กระพริบอยู่
ใต้เส้นทึบ พร้อมทั้งจะทำงานต่อไป

----- ??? -----

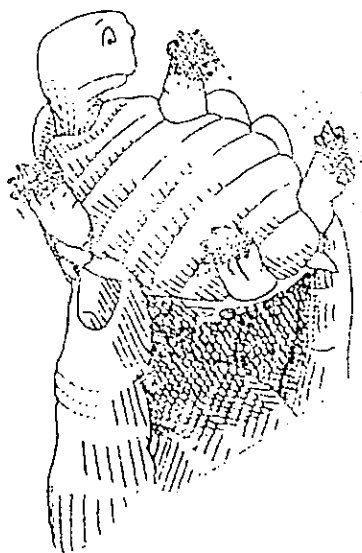


7. ตั้งชื่อแฟ้มที่จะเก็บงานไว้โดยใช้คำสั่ง np "ชื่อแฟ้ม" แล้วกด ENTER

III การออกจากโปรแกรม LOGO WRITER

ทุกครั้งที่จะออกจากโปรแกรมภาษาโลโกควรปฏิบัติดังนี้

1. พิมพ์ DOS แล้วกด ENTER ใต้เส้นคำสั่งของจอภาพ
2. เมื่อปรากฏ A> แสดงว่าเลิกใช้โปรแกรม LOGO แล้ว
3. ปิดสวิชต์เครื่องคอมพิวเตอร์
4. ปิดสวิชต์จอภาพ
5. เอาแผ่น LOGO WRITER DISK ออก
6. ถ้าทำตามข้อ 1 แล้วแต่ออกจากโปรแกรม LOGO ไม่ได้แสดงว่ามิงานที่ยังไม่ได้เก็บบันทึกไว้ หรือ ยังลบออกไม่หมด ฉะนั้น จะต้องทำให้จอภาพว่างก่อนโดยพิมพ์คำสั่ง CP แล้วกด ENTER หรือ จะต้องตั้งชื่อภาพก่อน แล้วจึงทำตามข้อ 1 ถึงข้อ 5



ตอนที่ 1 เต่ายอดประหยัด

"พี่เต่ากับน้องเต่าได้รับคำชมเชยจากคุณครูว่า สองพี่น้องเป็นตัวอย่างของผู้ใช้พลังงานอย่างฉลาด วันหนึ่งเขาทั้งสองได้รับเชิญให้พูดถึงเทคนิคของการใช้พลังงานอย่างฉลาด ในที่ประชุมนักเรียน พี่เต่าได้กล่าวถึงเทคนิคการใช้พลังงานให้เป็นประโยชน์และประหยัด ว่า...

เวลาไปตลาดผมก็เดินหรือขี่จักรยาน
ออกกำลังกายหรือขี่จักรยานไปแทนที่
จะขับรถไป ทำให้ประหยัด
น้ำมันด้วยครับ !

วันที่อากาศร้อน ๆ ผมใส่เสื้อบาง ๆ
แทนการเปิดแอร์ และพัดลม ครับ !

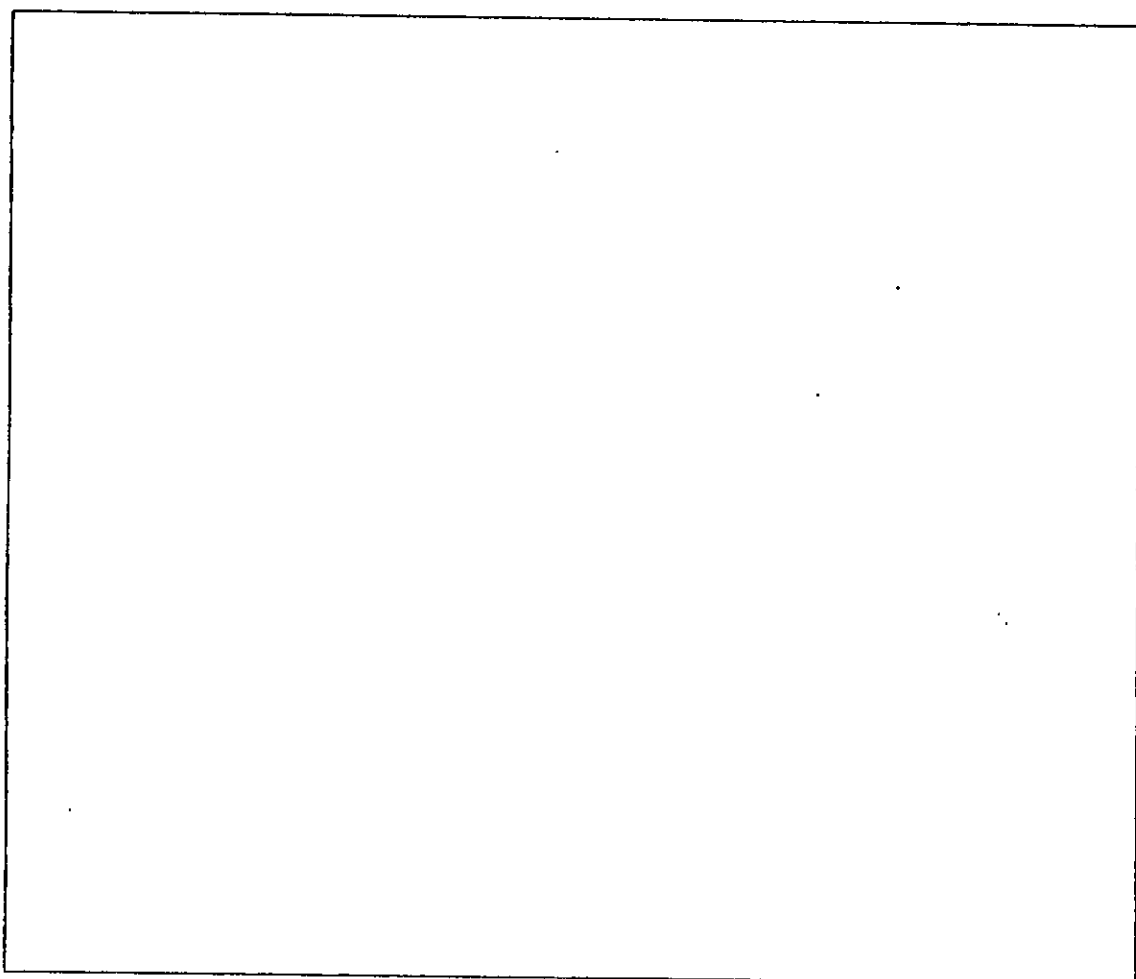
ขณะอาบน้ำถูสบู่ผมก็
ปิดก๊อกน้ำก่อน ครับ !



คณดู TV แล้วลืมปิดหรือเปล่า	คำสั่งภาษาโลโก
เปิดสวิตช์ ตรงนี้ นะครับ	TO SWITCH PU SETPOS [90 -30] PD REPEAT 4[BK 20 RT 90] END
TV ทรงสี่เหลี่ยม นะครับ	TO BODY PU SETPOS [-100 60] RT 60 PD FD 60 RT 30 FD 200 LT 30 BK 60 FD 60 RT 120 FD 120 RT 60 FD 60 END
เต้าจะเต็นระบำให้ดูนะ	TO DANCE PU HOME SETC 0 TELL [1 2 3] ST SETC 0 TELL ALL PU FD 20

กดดู TV แล้วอย่าลืมปิดนะครับ	คำสั่งภาษาโลโก
เปิดดู TV ได้แล้วครับ	REPEAT 500 [FD 2 RT 10] HOME HT TELL 0 ST SETC 1 END กลับสู่จอเต่าโดย กด Ctrl กับ F พร้อมกัน TV กด ENTER TV3 กด ENTER TV5 กด ENTER TV7 กด ENTER TV9 กด ENTER SWITCH กด ENTER BODY กด ENTER DANCE กด ENTER

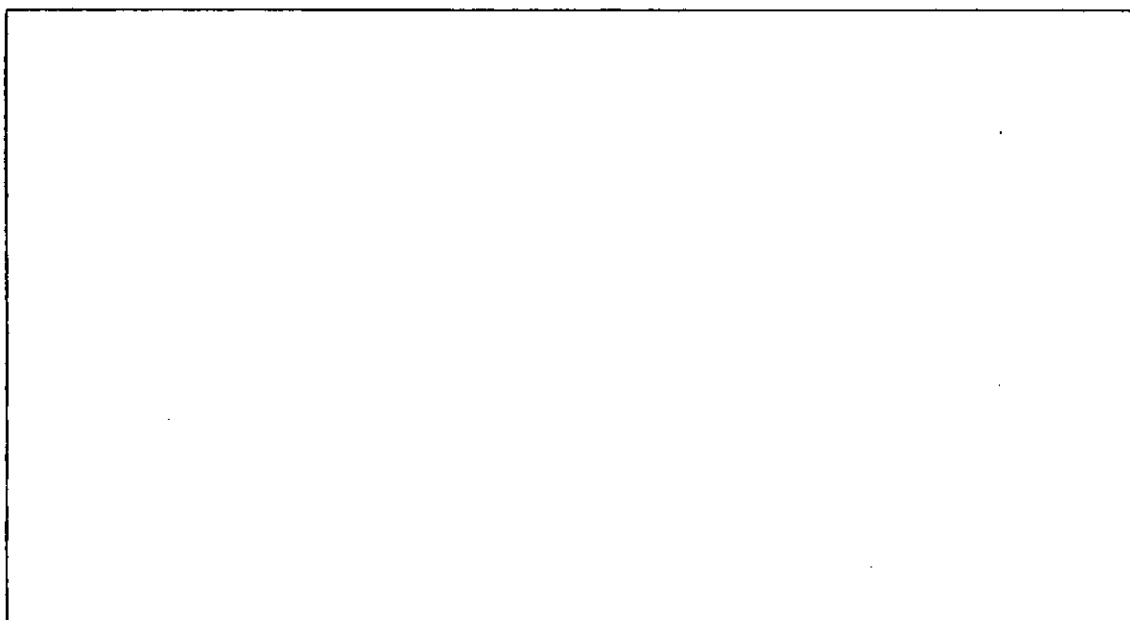
ภาพที่ได้



ตอนที่ 2 เดือนให้ปลอดภัยไว้ก่อน

๑ ให้นักเรียนออกแบบทำ สติกเกอร์เกี่ยวกับ คำเตือนในการใช้พลังงาน
อย่างประหยัดและปลอดภัย ให้ได้ภาพสติกเกอร์ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุด โดยการ
เขียนชุดคำสั่งภาษาโลโกตามลำดับ แล้วพิมพ์คำสั่งภาษาโลโกเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้
แสดงภาพที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

ออกแบบก่อนครับ



ตารางบันทึกคำสั่งทำสติกเกอร์

ภาพ	คำสั่งภาษาโลโก

ตารางบันทึกคำสั่งทำสติกเกอร์

ภาพ	คำสั่งภาษาโลโก

ตอนที่ 3 ผลงานที่ภาคภูมิใจ

ภาพที่ พิมพ์ออกมา

คิดอย่างไรให้เขียนออกมา

*

*

* ให้นักเรียนเขียนบรรยายภาพลตึกเกอร์คำเตือนในการใช้พลังงาน *

* อย่างประหยัดและปลอดภัยตามที่นักเรียนออกแบบไว้ ตามแนวความคิด *

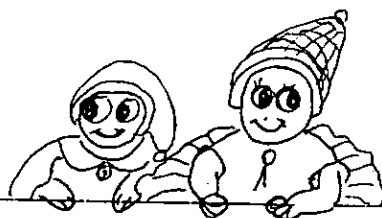
* และเหตุผลที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุด *

*

*



คำบรรยายภาพ



ชื่อภาพ

ลักษณะของภาพที่สังเกตเห็นได้

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

ภาพนี้สื่อความเห็นได้ว่า

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

"จากสภาพปัญหาของการใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัด เป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตอย่างมากมาย จากภาพสถิติเกอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร"

• สมมติฐาน คือ

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

พยากรณ์ผลที่จะเกิดจากพลังงานต่าง ๆ ที่จะหมดไปในอนาคต

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

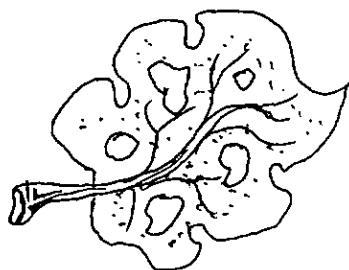
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 50 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 50 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
4. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X
ในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
5. ห้ามขีดเขียนลงบนแบบทดสอบ

1. ไม้กระดานแผ่นหนึ่ง วางอยู่ในสนามหญ้าเป็นเวลาหลายวัน เมื่อยกไม้กระดานขึ้นมา ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
 - ก. หญ้าที่อยู่ใต้กระดานแผ่นนี้ตายเกือบหมด
 - ข. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตายเพราะขาดอากาศ
 - ค. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตายเนื่องจากขาดแสงสว่าง
 - ง. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตาย เพราะถูกไม้กระดานทับ
 - จ. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตาย เนื่องจากดินชื้นมากเกินไป
2. ข้อใดที่ผู้บันทึกข้อมูลใส่ความคิดเห็นลงไปด้วย
 - ก. ลูกอมชนิดนี้มีรสเหมือนกับบอง่อน
 - ข. ป่าบริเวณนี้มีทั้งไม้เต็ง ไม้รัง
 - ค. ของเหลวในบีกเกอร์ใส ไม่มีสี
 - ง. ดอกกุหลาบดอกนี้ สีแดง มีกลิ่นหอม
 - จ. ดินบริเวณนี้มีทั้งสีแดง ดำ และเหลือง
3. เมื่อจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้วจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร?
 - ก. ไขไม่เข้าเทียนไขจะดับ
 - ข. เทียนไขทำด้วยไขปลาวาฬ
 - ค. เทียนไขจะให้ความร้อนน้อยลง
 - ง. เปลวเทียนไขจะหยุดนิ่งเพราะอยู่ในครอบแก้ว
 - จ. เปลวเทียนไขจะไม่สว่างเพราะอยู่ในครอบแก้ว
4. ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมะนาว
 - ก. มะนาวมีรสเปรี้ยว
 - ข. มะนาวมีขนาดเล็กกว่าผลส้ม
 - ค. มะนาวมีรูปร่างกลมคล้ายผลส้ม
 - ง. มะนาวมีประโยชน์ให้วิตามินซีมาก
 - จ. มะนาวมีกลิ่นหอมเหมาะสำหรับปรุงอาหาร

5. จากภาพที่แสดงต่อไปนี้



ข้อใดที่ได้จากการสังเกต

- ก. ใบไม้เป็นโรค
- ข. ใบไม้ถูกแมลงกัด
- ค. ใบไม้ถูกหนอนกิน
- ง. ใบไม้มีรูและรอยแหว่ง
- จ. ใบไม้ไม่ได้ฉีดยาฆ่าแมลง

6. จากภาพต่อไปนี้ข้อใดเป็นการสังเกตเกี่ยวกับภาพนี้



คันที่ 2

คันที่ 1

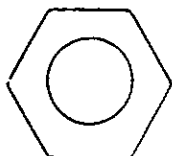
- ก. รถคันที่ 2 เครื่องเสีย
- ข. รถคันที่ 2 น้ำมันหมด
- ค. รถคันที่ 1 ลากจูงรถคันที่ 2
- ง. รถคันที่ 1 เครื่องใหม่กว่ารถคันที่ 2
- จ. คนขับรถคันที่ 2 ไม่ค่อยดูแลรักษาเครื่องยนต์

7. รูปใดไม่จัดอยู่ในจำพวกเดียวกัน

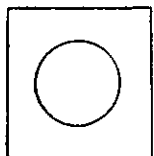
ก.



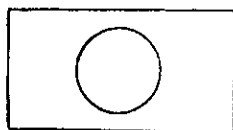
ข.



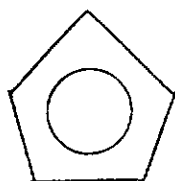
ค.



ง.

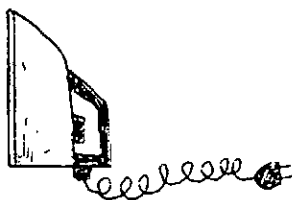


จ.

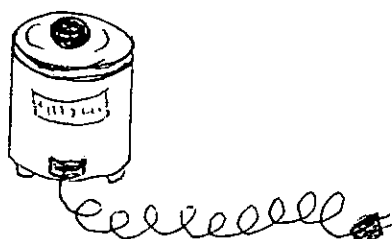


8. ถ้าถือเกณฑ์ตามประโยชน์การใช้สอย ภาพในข้อใดแตกต่างจากพวก

ก.



ข.



ค.



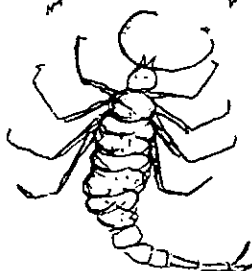
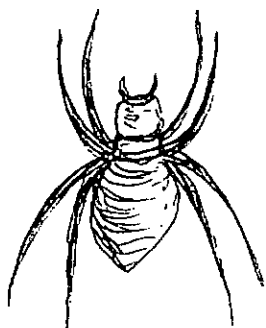
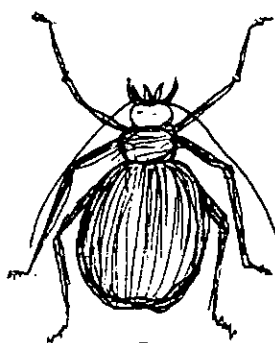
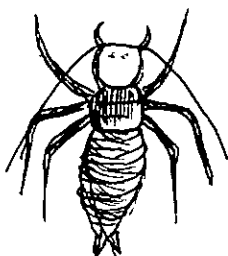
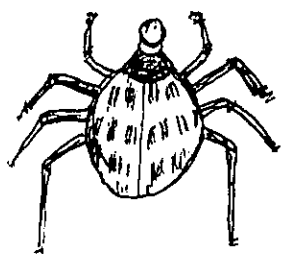
ง.



จ.



9. จากภาพถ้าจำแนกสัตว์พวกนี้ โดยถือเกณฑ์ตามจำนวนขา จะแบ่งได้กี่พวก



ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 6

10. ถ้าแบ่งชนิดของผลไม้ออกเป็น 2 พวกดังนี้

พวกที่ 1	พวกที่ 2
ส้ม	แตงโม
ละมุด	มะละกอ
องุ่น	มะพร้าว
ชมพู่	ฟักทอง

ข้อใดเป็นเกณฑ์ที่นำมาใช้แบ่งผลไม้พวกนี้ออกจากกัน.

- ก. ฤดูกาล
- ข. รสของผลไม้
- ค. ชนิดของผลไม้
- ง. ขนาดของผลไม้
- จ. รูปร่างของผลไม้

11. ถ้าแบ่งประเภทของพืชออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

พวกที่ 1	พวกที่ 2
กุหลาบ	มะม่วง
กล้วยไม้	ส้ม
บานชื่น	ละมุด
ดาวเรือง	ชมพู่

ข้อใดเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งประเภทของพืช

- ก. ลักษณะของใบ
- ข. ขนาดของลำต้น
- ค. ประโยชน์ที่ได้รับ
- ง. ไม้ดอกและผลไม้
- จ. พืชล้มลุก และพืชยืนต้น

12. ใบไม้ในรูปเล็กจัดเข้าเป็นพวกเดียวกับใบไม้ต่าง ๆ ในรูปใหญ่ ไม่ได้ เมื่อใช้อะไรเป็นเกณฑ์



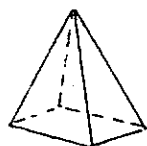
- ก. ก้านใบ
- ข. เส้นขอบใบ
- ค. ขนาดของใบ
- ง. เส้นกลางใบ
- จ. รูปทรงของแผ่นใบ

13. รูปใดเป็นภาพ 2 มิติ

ก.



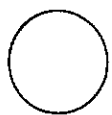
ข.



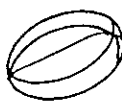
ค.



ง.

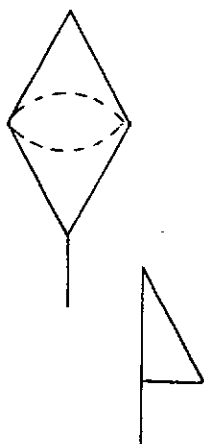


จ.



14. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติใด

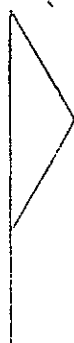
ก.



ข.



ค.



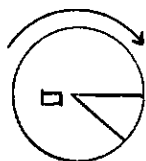
ง.



จ.

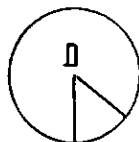


15. กำหนดภาพ

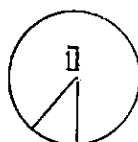


ถ้าหมุนภาพวงกลมนี้ตามแนวศรไป $1/4$ รอบ ภาพ
จะอยู่ในตำแหน่งดังข้อใด

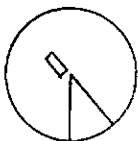
ก.



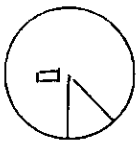
ข.



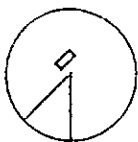
ค.



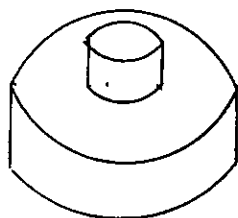
ง.



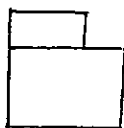
จ.



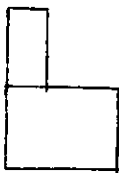
16. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติรูปใด



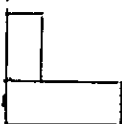
ก.



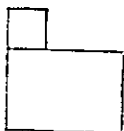
ข.



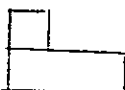
ค.



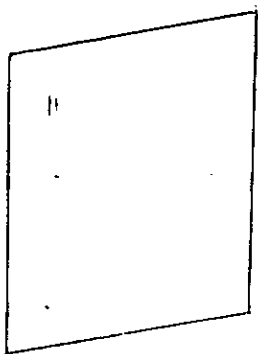
ง.



จ.



17. ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุตั้งภาพ



จอรับภาพ



วัตถุ

ไฟฉาย

เงาที่ปรากฏบนจอรับภาพ จะมีรูปร่างอย่างไร

ก.



ข.



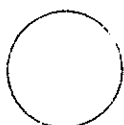
ค.



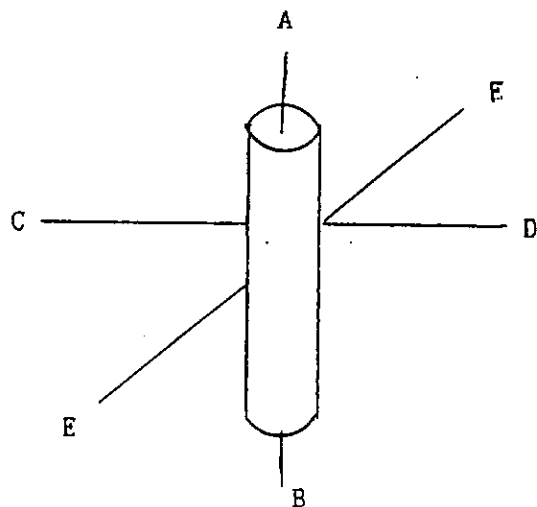
ง.



จ.



18. จากวัตถุทรงกระบอกในภาพนี้ ถ้าตัดออกตามแนว CD จะได้ภาพหน้าตัดดังข้อใด



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



19. ในการทดลองเพื่อปลูกข้าวโพดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ปรากฏว่าได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

วันที่	ความสูงของต้นข้าวโพด (มิลลิเมตร)
1	20
2	30
3	40
4	50
5	50
6	60
7	70

ค่าเฉลี่ยของความสูงของต้นข้าวโพด 3 วันสุดท้ายมีค่ากี่มิลลิเมตร

- ก. 50
 ข. 60
 ค. 70
 ง. 90
 จ. 180
20. นักเรียนคนหนึ่งชั่งน้ำหนัก 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 40.0, 40.2, และ 40.7 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด
- ก. 40.00 กิโลกรัม
 ข. 40.20 กิโลกรัม
 ค. 40.03 กิโลกรัม
 ง. 40.30 กิโลกรัม
 จ. 40.35 กิโลกรัม

21. ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนทำข้อสอบได้เต็ม 60 คะแนน จะมีคะแนนเก็บ 10 คะแนน สมชายทำข้อสอบได้ 45 คะแนน จะมีคะแนนเก็บเป็นเท่าใด
- 6 คะแนน
 - 6.5 คะแนน
 - 7 คะแนน
 - 7.5 คะแนน
 - 8 คะแนน
22. ถ้าบารอมิเตอร์ปรอทวางไว้บนยอดเขาแห่งหนึ่ง อ่านระดับปรอทได้ 660 มิลลิเมตร และระดับปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตร ทุก ๆ ระยะความสูง 11 เมตร ที่เพิ่มขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลที่มีความดันอากาศปกติ 760 มิลลิเมตร ยอดเขานี้จะสูงเท่าใด
- 100 เมตร
 - 650 เมตร
 - 1,100 เมตร
 - 7,150 เมตร
 - 8,360 เมตร
23. เพื่อนสนิทในกลุ่ม 4 คน มีความสูงใกล้เคียงกัน ดังนี้ คือ 152, 152, 153 และ 154 เซนติเมตร ถ้านำเอาความสูงทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยจะมีค่าเท่าไร
- 152.0 เซนติเมตร
 - 152.25 เซนติเมตร
 - 152.50 เซนติเมตร
 - 152.75 เซนติเมตร
 - 153.0 เซนติเมตร

24. จากการสำรวจต้นข้าวในนา 5 แปลงในเดือนพฤศจิกายน ได้ข้อมูล ดังนี้

แปลงที่	พื้นที่ (ตารางเมตร)	จำนวนต้น
1	4	264
2	8	424
3	10	480
4	11	484
5	12	504

จากข้อมูลในตาราง อยากทราบว่าจำนวนประชากรต้นข้าวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของนาแปลงใด มีจำนวนสูงที่สุด

- ก. แปลงที่ 1
- ข. แปลงที่ 2
- ค. แปลงที่ 3
- ง. แปลงที่ 4
- จ. แปลงที่ 5

25. ถ้านักเรียนต้องการบันทึกอุณหภูมิของอากาศในเวลา 7.00 น. ของทุก ๆ วัน เป็นเวลา 5 วัน นักเรียนจะเลือกวิธีจดบันทึกตามข้อใด

- ก. วันที่ 1 _____ °C
- วันที่ 2 _____ °C
- วันที่ 3 _____ °C
- วันที่ 4 _____ °C
- วันที่ 5 _____ °C

บ.

วันที่	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ °C					

ค.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิเวลา 7.00 น. (°C)
1. เม.ย. 36	
2. เม.ย. 36	
3. เม.ย. 36	
4. เม.ย. 36	
5. เม.ย. 36	

ง. 1 = _____ °C

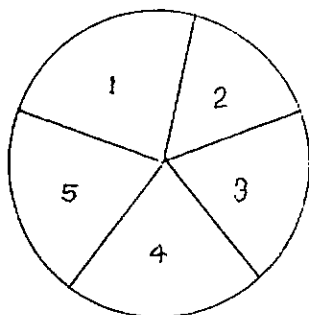
2 = _____ °C

3 = _____ °C

4 = _____ °C

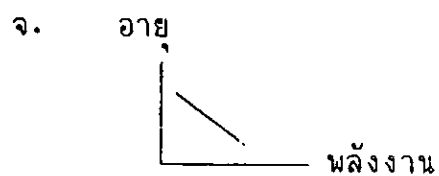
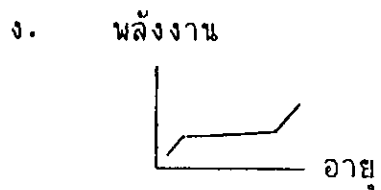
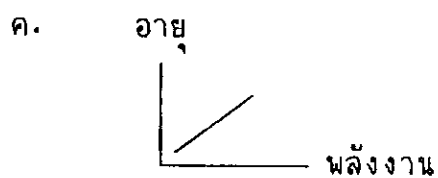
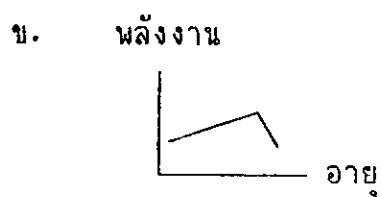
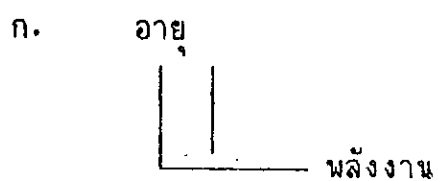
5 = _____ °C

จ.



26. จากตารางความต้องการพลังงานของร่างกายคนตามอายุถ้าจะเสนอในรูปของกราฟ กราฟข้อใดถูกต้อง?

อายุ	พลังงาน (KCI)
7-9	1900
10-12	2300
13-15	2800
16-19	3300
20-29	2550



27. เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของยุงนักเรียนจะบันทึกการทดลองนี้ตามข้อใด

ก.

ส่วนต่าง ๆ ของยุง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	หนวด ปาก ตา	
อก	ปีก ขา	
ท้อง		

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

ค. วาดภาพยุงขนาดขยายใหญ่

ง.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
ยุง	

จ.

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

28. นักธรรมชาติวิทยาออกไปสังเกตนกในป่าแห่งหนึ่งพบว่าในเวลา 5 ชั่วโมงมีนกหลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณป่าดังนี้ กา 5 ตัว นกกางเขน 2 ตัว นกขมิ้น 4 ตัว นกเขา และนกกระจาบอย่างละ 6 ตัว นกเอี้ยง 10 ตัว จากข้อมูลนี้จะนำเสนอตั้งข้อใดจึงจะสะดวกแก่ผู้ศึกษา

ก. กา 5 ตัว

นกกางเขน 2 ตัว

นกขมิ้น 4 ตัว

นกเขา 6 ตัว

นกกระจาบ 6 ตัว

ข.

ชนิดของนก	จำนวน
นกเอี้ยง	10
กา	5
นกขมิ้น	4
นกกระจาบ นกเขา	6
นกยางเขน	2

ค. ชนิดและจำนวนนกที่สังเกตในเวลา 5 ชม.

ชนิดของนก	จำนวน (ตัว)
นกยางเขน	2
นกขมิ้น	4
กา	5
นกเขา	6
นกกระจาบ	6
นกเอี้ยง	10

ง.

จำนวน	นก
10	นกเอี้ยง
6	นกเขา, นกกระจาบ
5	กา
4	นกขมิ้น
2	นกยางเขน

จ.

2 ตัว	4 ตัว	5 ตัว	6 ตัว	10 ตัว
ยางเขน	ขมิ้น	กา	นกเขา กระจาบ	นกเอี้ยง

29. ข้อใดสื่อความหมายได้ดีที่สุด

- ก. สุนัขของจอมใจออกลูก 7 ตัว เป็นเพศผู้ 3 ตัว เพศเมีย 4 ตัว มีสีขาว 2 ตัว และสีดำ 5 ตัว
- ข. แมวของดวงจิตมี 3 ตัว ยังมีขนาดเล็กมีขนปุกปุยน่ารักชอบเล่นซุกซนตัวผู้ป่วย ออกแดด ตัวเมียแข็งแรงดี
- ค. ประคองคลอดลูกเป็นชาย หน้าตาเหมือนแม่ มีผิวสีขาว นัยตาสีฟ้า หนัก 3,750 กรัม สูง 42 เซนติเมตร
- ง. วินัยเป็นคนรักสัตว์เขาเลี้ยงสุนัขพันธุ์ใหญ่ จึงต้องจ่ายค่าอาหารสัตว์วันละ 150 บาท และพาไปตรวจสุขภาพบ่อย ๆ

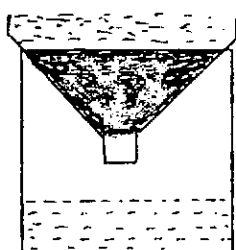
จ. สมชายขับรถแล่นไปในสายฝนที่กำลังตกลงมาอย่างหนักซึ่งผ่านอันตรายต่าง ๆ นานาอย่างน่ากลัวมากที่สุด

30. ดำทำการทดลองดังนี้

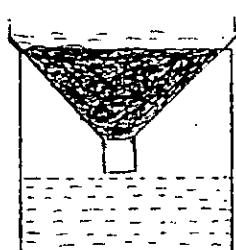
1. แฉ่ถั่วเขียว 1 คืบ
2. นำมาเพาะบนกระดาษชำระ ในกล่องพลาสติกรดน้ำ
3. วันที่ 2 เลือกถั่วเขียวที่มีรากยาว 2 เซนติเมตรจำนวน 4 เมล็ด ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย 4 ขีดเท่า ๆ กัน จากปลายรากทั้ง 4 เมล็ด วางไว้ที่เดิมรดน้ำ
4. ในวันต่อ ๆ มา จงวัดความยาวในแต่ละช่วง บันทึกผลจากการทดลองของดำ ควรบันทึกข้อมูลในรูปใด?

- ก. กราฟ
- ข. แผนภูมิ
- ค. ตาราง
- ง. แผนภาพ
- จ. เขียนเป็นข้อ ๆ

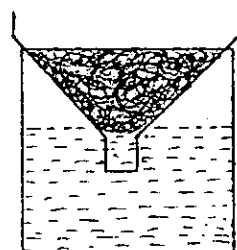
31. ให้นักเรียนพิจารณาจากภาพ



ดินเหนียว



ดินร่วน



ดินทราย

เมื่อเทน้ำปริมาณเท่ากันลงในดินทั้ง 3 ชนิด จะปรากฏผลดังภาพ การทดลองนี้ต้องการพิสูจน์สมมติฐานข้อใด

- ก. ดินต่างชนิดกันจะมีความหนาแน่นต่างกัน
- ข. ดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำได้มากน้อยต่างกัน
- ค. ดินต่างชนิดกันจะมีความเหนียวแตกต่างกัน

- ง. ดินต่างชนิดกันจะมีอนุภาคของเม็ดดินต่างกัน
- จ. ดินต่างชนิดกันจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่างกัน
32. จากการทดลองพบว่าเมื่อเผาดินเหนียวในเตาอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลาครึ่งชั่วโมงปรากฏว่าดินเหนียวมีรอยแตกกระจายมากขึ้น สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด
- ก. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดินจะเกิดการลึกร้อน
- ข. ความร้อนทำให้น้ำในดินระเหยไป ดินจึงแตกกระจาย
- ค. ความร้อนทำให้น้ำในดินระเหยไป ดินจึงเกิดการลึกร้อน
- ง. ความร้อนทำให้เนื้อดินมีความยืดหยุ่นมากดินจึงแตกกระจาย
- จ. ความร้อนทำให้สารอินทรีย์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นดินจึงแตกกระจาย
33. จากคำกล่าวที่ว่า "สุขุบนุหรีอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ" สมมติฐานข้อใดเป็นจริง
- ก. บุหรี่ทำให้คนสูบบุหรี่ตายทุกคน
- ข. คนสูบบุหรี่ปอดจะไม่แข็งแรง
- ค. บุหรี่แต่ละยี่ห้อพิษเหมือนกัน
- ง. ในบุหรี่มีสารพิษสามารถตรวจสอบได้
- จ. ในบุหรี่จะต้องมีสารบางชนิดที่เป็นประโยชน์
34. ทดลองดัดสายพิณที่มีขนาดและความตึงเท่ากัน แต่ความยาวต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบเสียงที่เกิดจากแต่ละสาย ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
- ก. ลวดที่ยาวไม่เท่ากันทำให้เกิดเสียงต่างกัน
- ข. แรงดัดที่ต่างกันทำให้เกิดระดับเสียงต่างกัน
- ค. ขนาดและความตึงลวด ไม่มีผลต่อการเกิดเสียง
- ง. การสั่นของสายลวดทำให้เกิดเสียงระดับเดียวกัน
- จ. ลวดที่มีความยาวเท่ากันจะเกิดเสียงระดับเดียวกัน
35. นำลูกไก่ที่มีความสมบูรณ์เหมือนกันจำนวน 40 ตัว นำมาแบ่งเป็นสองพวก พวกแรกให้กินข้าวเปลือก พวกที่สองให้กินอาหารสำเร็จรูป โดยให้ทั้งสองพวกอยู่ในสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน นักเรียนควรตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร

- ก. อาหารสำเร็จรูปทำให้ไก่แข็งแรง
- ข. อาหารสำเร็จรูปราคาถูกกว่าข้าวเปลือก
- ค. ข้าวเปลือกและอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารไก่
- ง. ไก่ชอบกินข้าวเปลือกมากกว่าอาหารสำเร็จรูป
- จ. ไก่ที่กินอาหารสำเร็จรูปมีน้ำหนักแตกต่างจากไก่ที่กินข้าวเปลือก

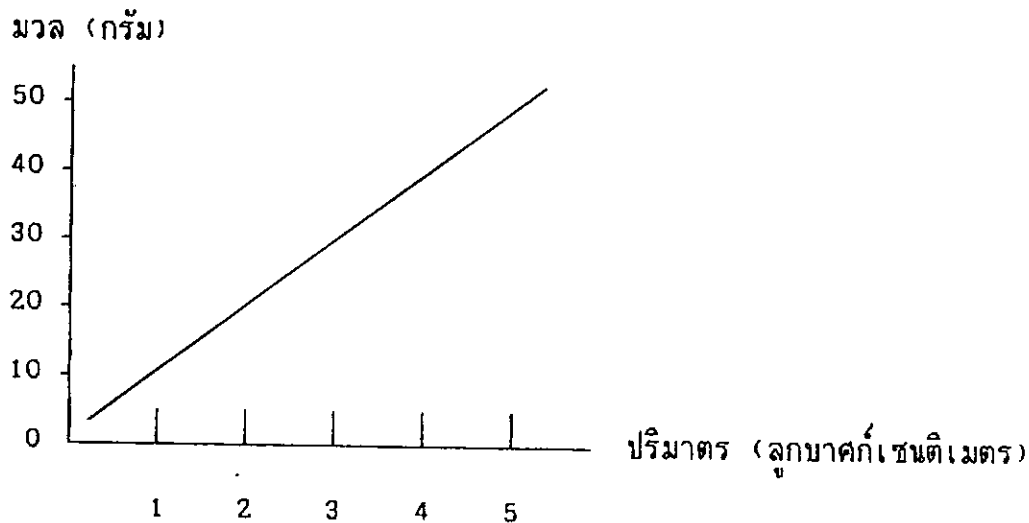
36. ปัญญาต้องการจะปลูกขบา จึงวางแผนการทดลองโดยการนำกิ่งขบาสตซึ่งมีตาที่กำลังผลิหลายกิ่งมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่งนำไปแช่น้ำประปา อีกส่วนหนึ่งแช่ไว้ในน้ำประปาผสมเกลือ ข้อใดควรเป็นสมมุติฐานที่ปัญญาคิดไว้ก่อนทำการทดลอง

- ก. น้ำประปามีผลต่อกิ่งขบา
- ข. เกลือทำให้น้ำประปาสะอาดขึ้น
- ค. เกลือช่วยทำให้รากพืชงอกเร็วขึ้น
- ง. เกลือและกิ่งขบามีผลต่อการผลิใบ
- จ. เกลือมีผลต่อการผลิใบของตากิ่งขบา

37. ทดลองปลูกมะเขือเทศสองแปลง แปลงหนึ่งรดด้วยน้ำจากถังส้วม อีกแปลงหนึ่งรดด้วยน้ำธรรมดา สังเกตการเจริญเติบโตของทั้งสองแปลง ข้อใดเป็นสมมุติฐานของการทดลองนี้

- ก. พืชทุกชนิดต้องการน้ำ
- ข. น้ำจากถังส้วมทำให้ดินดีกว่าน้ำธรรมดา
- ค. น้ำจากถังส้วมและน้ำมีความจำเป็นต่อพืช
- ง. น้ำจากถังส้วมทำให้พืชโตเร็วกว่าน้ำธรรมดา
- จ. พืชที่รดด้วยน้ำจากถังส้วมขายได้เงินมากกว่าพืชที่รดด้วยน้ำธรรมดา

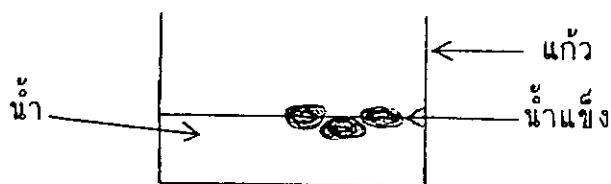
38. ยูฟาเอววัตถุชนิดเดียวกันหลายก้อนมาทดลองหามวลและปริมาตรได้ผลดังนี้



จากกราฟ ถ้าวัตถุนี้มีมวล 25 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไร

- ก. 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

39. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



- ก. มีน้ำแข็งลอยอยู่ 3 ก้อน
- ข. มีน้ำอยู่ประมาณครึ่งแก้ว
- ค. มีหยดน้ำเล็ก ๆ เกาะอยู่ข้างแก้ว
- ง. น้ำแข็งละลายเพราะได้รับความร้อนจากอากาศ
- จ. น้ำแข็งละลายหมดในเวลา 5 นาที

จากข้อมูลให้ตอบคำถามข้อ 40-41

ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่าง ๆ

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

40. ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร

- ก. 0°C
- ข. -5.5°C
- ค. 5.5°C
- ง. 27.5°C
- จ. -27.5°C

41. ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดลงอีกเป็น -38.5°C ณ ที่นั้นจะสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเท่าใด

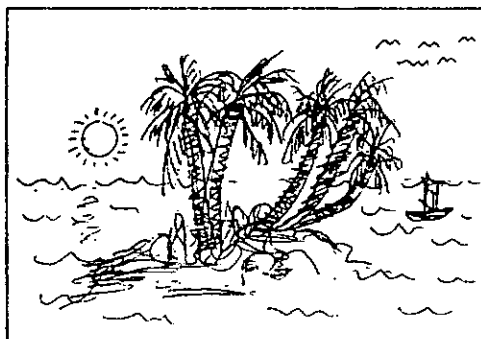
- ก. 0 km
- ข. 4 km
- ค. 9 km
- ง. 10 km
- จ. 12 km

42. วีระได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการขายลูกชิ้นปิ้งในงานวัดแต่ละวันดังนี้

วันที่	จำนวน (ไม้)
1	100
2	140
3	110
4	150
5	120
6	160

ถ้าวีระจะเตรียมลูกชิ้นเพื่อขายในวันที่ 7 นักเรียนคิดว่าเขาควรเตรียมลูกชิ้นปิ้งให้เป็นไปตามข้อใด

- ก. มากกว่าวันที่ 6
 - ข. น้อยกว่าวันที่ 5 และ 6
 - ค. มากกว่าวันที่ 4 และ 5
 - ง. น้อยกว่าวันที่ 6 แต่มากกว่าวันที่ 5
 - จ. มากกว่าวันที่ 4 แต่น้อยกว่าวันที่ 6
43. เมื่อนักเรียนมองภาพข้างล่างนี้ มีความคิดเห็นอย่างไร



- ก. นกกำลังบิน
- ข. ไม่มีคนบนเกาะ
- ค. มีเรือใบ 1 ลำ
- ง. ในภาพเป็นเวลาบ่าย
- จ. มีต้นมะพร้าวบนเกาะ 5 ต้น

จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 44-45

กำหนดตารางข้อมูลจากการทดลองดึงลวดสปริง 3 เส้น ด้วยแรงขนาดต่าง ๆ กันลวดสปริงจะยืดออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

แรงดึง (นิวตัน)	ระยะยืด (เซนติเมตร)		
	เส้นที่ 1	เส้นที่ 2	เส้นที่ 3
5	1	3	2
15	3	9	6
25	5	15	10
45	9	27	18

44. ถ้าดึงลวดสปริงด้วยแรงขนาด 30 นิวตัน ลวดสปริงจะยืดออกเป็นระยะเท่าใดตามลำดับ

- ก. 6, 17, 11 cm
- ข. 6, 18, 12 cm
- ค. 7, 18, 14 cm
- ง. 7, 21, 14 cm
- จ. 8, 18, 14 cm

45. ถ้าลวดสปริงแต่ละเส้นยืดออกเป็นระยะ 12, 36, 24 cm ตามลำดับต้องออกแรงดึงกี่นิวตัน

- ก. 40 นิวตัน
- ข. 50 นิวตัน
- ค. 60 นิวตัน

ง. 70 นิวตัน

จ. 80 นิวตัน

46. นงนุชไปชมนิทรรศการวันวิทยาศาสตร์ ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นของนงนุชที่พบมา

ก. น้ำทะเลมีรสเค็ม

ข. ไปนกกระทามีลายจุดสีดำ

ค. มีหุ่นยนต์อยู่ที่ประตูทางเข้า

ง. ต้นถั่วเขียวตายเพราะขาดน้ำ

จ. พบมานิสวมเสื้อสีแดงใส่กระโปรงสีดำถือร่มสีน้ำเงิน

47. แกละชอบไปดูนกในสวนของคุณป้าบ่อย ๆ ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นของแกละ

ก. บนต้นมะม่วงมีรังนก

ข. นกกระจอกกำลังกินหนอน

ค. นกแก้วมีขนสีเขียนปากสีแดง

ง. หนอนเป็นอาหารทำให้ลูกนกโตเร็ว

จ. มีนกเกาะอยู่บนสายไฟฟ้าอยู่ประมาณ 400 ตัว

48. สุกาได้รับลิปстикที่คุณแม่ซื้อส่งมาให้ ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นของสุกา

ก. ลิปстикสีส้ม

ข. ลิปстикกลิ่นหอมคล้ายหมากฝรั่ง

ค. ลิปстикแท่งนี้ราคา 300 บาท

ง. ลิปстикนี้ทำในต่างประเทศจึงมีราคาแพง

จ. ลิปстикเป็นแท่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

49. สมศรีนำกระถางต้นไม้ไปไว้ในห้องนอนปรากฏว่าไม่นานต้นไม้นั้นก็ตาย ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นของสมศรี

ก. กิ่งของต้นไม้แห้งและเปราะ

ข. ต้นไม้ไม่แตกกิ่งก้านและยอดอ่อน

ค. ต้นไม้ไม่ได้รับแสงเพื่อสร้างอาหาร

ง. ใบของต้นไม้ถูกแมลงเจาะเป็นรูพรุน

จ. ใบของต้นไม้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วง

50. หลังจากรับประทานอาหารเย็นเสร็จ คนในบ้านของวีระต่างก็อาเจียรต้องนำส่งโรงพยาบาลยกเว้นวีระเพียงคนเดียวที่ไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ เลย น่าจะอธิบายได้อย่างไร

ก. วีระเลือกรับประทานอาหารที่สุกใหม่ ๆ

ข. วีระเป็นคนมีร่างกายแข็งแรงมีภูมิต้านทานโรค

ค. อาหารเย็นที่บ้านวีระอย่างใดอย่างหนึ่งมีพิษต่อร่างกาย

ง. วีระไม่ได้รับประทานอาหารเย็นร่วมกับคนอื่น ๆ ในบ้าน

จ. ครอบครัวของวีระมีฐานะยากจนจึงรับประทานอาหารที่ขาดคุณภาพ

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 ข้อ
2. ใช้เวลาในการตอบคำถามข้อละ 10 นาที โดยผู้คุมสอบเป็นผู้บอกให้ลงมือตอบคำถาม และบอกหยุดตอบคำถาม
3. การตอบคำถามให้ได้คะแนนมาก ควรปฏิบัติดังนี้
 - 3.1 ตอบให้ตรงประเด็นคำถาม
 - 3.2 ตอบให้คำตอบมีแนวโน้มที่เป็นไปได้
 - 3.3 ตอบด้วยคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร
 - 3.4 ตอบให้ได้คำตอบหลาย ๆ แนว

ข้อ 1. สถานการณ์



จากภาพให้นักเรียนลงความคิดเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
บอกมาหลาย ๆ ด้าน ให้มากที่สุด

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....
- 15.....
- 16.....
- 17.....
- 18.....
- 19.....
- 20.....

ข้อ 2. สถานการณ์



ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานโดยบอกความล้มพันธ์ของเหตุและผลจากภาพ
ตั้งสมมติฐานมาหลาย ๆ ด้าน ให้มากที่สุด

(เขียนคำตอบให้อยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....

- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....
- 15.....
- 16.....
- 17.....
- 18.....
- 19.....
- 20.....

ข้อ 3. สถานการณ์



"จากการสำรวจปริมาณรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร พบว่า มีรถยนต์เพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 % ของปริมาณรถยนต์ที่มีอยู่เดิม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก" ให้นักเรียนพยากรณ์ว่า มีผลกระทบอะไรบ้าง บอกทั้งผลดีและผลเสีย บอกมาหลาย ๆ ด้าน ให้มากที่สุด

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

- 9.....
- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....
- 15.....
- 16.....
- 17.....
- 18.....
- 19.....
- 20.....

ข้อ 4. สถานการณ์



"การกำจัดขยะตามที่ได้ทำกันมา ได้แก่ การเผาไฟ การฝังดิน ทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น"
 ถ้านักเรียนเป็นผู้หน้าที่กำจัดขยะ จะมีวิธีที่สามารถทำได้จริง เพื่อให้ขยะลดลง
 หรือเหลือน้อยที่สุด บอกมาหลาย ๆ วิธี ให้มากที่สุด

วิธีที่ 1.....

วิธีทำ

.....

วิธีที่ 2.....

วิธีทำ

.....

วิธีที่ 3.....

วิธีทำ

.....

วิธีที่ 4.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 5.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 6.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 7.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 8.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 9.....

วิธีทำ
.....

วิธีที่ 10.....

วิธีทำ
.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางเอมอร ชื่อสกุล กิตติภักเมธา

เกิดวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2496

สถานที่เกิด 5 หมู่ 4 ตำบลหนองยาว อำเภอเมือง
จังหวัดสระบุรี

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

ประวัติการศึกษา

- | | |
|-----------|---|
| พ.ศ. 2506 | ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนวัดหนองเขื่อนข้าง
ตำบลหนองยาว อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี |
| พ.ศ. 2509 | ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนนิหารแดง จังหวัดสระบุรี |
| พ.ศ. 2512 | มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสตรีสระบุรี "สหายนิง" |
| พ.ศ. 2516 | ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี |
| พ.ศ. 2520 | กศ.บ. (วิชาเอกเคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางเขน |
| พ.ศ. 2536 | กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |

การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรม
ด้วยภาษาโลโก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

เอมอร กิตติภัทเมธา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม 2537

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนโรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน สุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 20 คน กลุ่มควบคุม 20 คนกลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest-posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score และ t-test dependent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ มีความคิดแบบอเนกนัยทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ สำหรับความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก มีความคิดแบบอเนกนัยการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF SCIENCE TEACHING USING PROGRAM WRITING WITH
LOGO LANGUAGE EFFECTING SCIENCE PROCESS SKILLS
AND SCIENTIFIC DIVERGENT THINKING OF
MATHAYOM SUKSA I STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

EMON KITTIPATMETA

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Secondary Education

at Srinakharinwirot University

January 1994

The purpose of this study was to compare the science process skills and scientific divergent thinking of Mathayom Suksa 1 students were through the program writing with Logo Language and Scientific Toys.

The subjects were randomly 40 students, 20 students for experimental group, 20 students for control group, of Mathayom Suksa 1 at Rajativas school, Dusit District, Bangkok, during the First Semester of the 1993 academic year. The experimental group was taught by using program writing with Logo Language. The control group was taught by using Scientific Toys. Randomized Control Group Pretest - Posttest Design was used in this study. The t-test Independent in difference score and t-test dependent were used for data analysis.

The results of the study indicated that:

1. The science process skills of experimental and control group were significantly difference at the .01 level.
2. The scientific divergent thinking of experimental and control group were significantly difference at the .01 level. The fluency of the scientific divergent thinking of experimental and control group were significantly difference at the .01 level. The flexibility of the scientific divergent thinking of experimental and control group were significantly difference at the .05 level. The originality of the scientific divergent thinking of experimental and control group were not significantly difference.

3. The science process skills of experimental, between the pretest and the posttest were significantly difference at the .01 level.

4. The scientific divergent thinking of experimental, between the pretest and the posttest were significantly difference at the .01 level. The fluency of the scientific divergent thinking, the flexibility of the scientific divergent thinking and the originality of the scientific divergent thinking of experimental, between the pretest and the posttest were significantly difference at the .01 level.