

341.90447

ค. 2340

3.3

การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่4

ปริญญาบัตร

ของ

สมกิต อุดมอิทธิเสถียร

15 พ.ค. 2545

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาพิเศษ

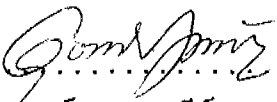
มีนาคม 2545

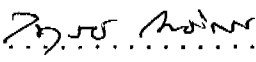
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ท 146681

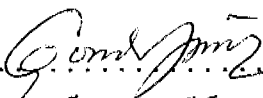
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการศึกษาพิเศษ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

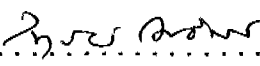
คณะกรรมการควบคุม


.....  ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษณีย์ อนุรุทช่วงศ์)

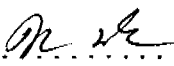
.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ โพธิสาร)

คณะกรรมการสอบ


.....  ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษณีย์ อนุรุทช่วงศ์)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ โพธิสาร)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ศาสตราจารย์ ดร. ผดุง อารยะวิญญู)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ศาสตราจารย์ ศรียา นิยมธรรม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาพิเศษ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่ ... 8 ... เดือน ... สิงหาคม ... พ.ศ. 2545

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูง และความช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร ที่กรุณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดียิ่งจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี พร้อมทั้งศาสตราจารย์ ศรียานิยมธรรม ศาสตราจารย์ ดร. ผดุง อารยะวิญญู และอาจารย์ดารณี ศักดิ์ศิริผล ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบเพิ่มเติมผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.พิชากร แปลงประสพโชค ท่านอาจารย์ ดร. นิตติยา ปภากงษ์ รองศาสตราจารย์ ศักดา บุญโต ที่ได้รับความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้านเนื้อหาความคิดวิจารณ์ฐานด้านคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ รัตมีพรหม อาจารย์ประสิทธิ์ ศรีแก้ว ที่ได้รับความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้านคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ คณะอาจารย์ ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนผไทอุทิศศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทดลองแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเก็บข้อมูลเป็นอย่างดีจนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณมยุรีวรรณ ด.ช.ภาสุรและด.ญ.ภริชญา อุดมอิทธิเสถียร ที่เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ตลอดมา

สมกิต อุดมอิทธิเสถียร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	6
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.	9
กรอบแนวคิดการวิจัย	10
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.	11
เอกสารเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	12
เอกสารปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.	28
เอกสารงานวิจัยที่เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	29
เอกสารความหมายและทฤษฎีของความคิดวิจารณ์ญาณ	42
เอกสารความคิดวิจารณ์ญาณกับวิชาคณิตศาสตร์	45
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณ์ญาณ	46
เอกสารความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48
เอกสารการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.	54
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	69
สมมติฐานในการวิจัย	70
3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	71
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.	72
วิธีดำเนินการทดลอง.	75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.	77

บทที่	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	83
เปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ก่อนฝึกและหลังฝึก.....	85
5. สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	86
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	86
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	86
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	86
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	87
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	88
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	90
ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย.....	91
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก.....	102
ภาคผนวก ข.....	109
ภาคผนวก ค.....	120
ภาคผนวก ง.....	122
ภาคผนวก จ.....	125
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	133

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	17
2. แผนภูมิในการสำรวจเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	21
3. กระบวนการของความคิดสู่การแก้ปัญหา	35
4. การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์	42
5. กระบวนการใส่ความคิดในเรื่องของการวัด	42
6. ขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.	66

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. คะแนน ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.	80
2. ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.	82
3. คะแนน ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ญาณ.	82
4. เปรียบเทียบผลของความคิดวิจารณ์ญาณของเด็กที่มีความสามารถพิเศษก่อนฝึกและหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณ.	84
5. ค่าความยากง่าย (p) แลค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์.	101
6. คะแนนของความคิดวิจารณ์ญาณก่อนฝึกและหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณ.	102
7. คะแนนระหว่างฝึกและคะแนนหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณ.	104

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดประเภทหนึ่งซึ่งเป็นคุณลักษณะของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาในปัจจุบัน เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ โดยอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในตัวเองและเป็นสิทธิอันชอบธรรมของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยถือว่าเป็นเงื่อนไขจำเป็นในการจัดการศึกษาและเป็นเครื่องหมายของบุคคลที่ได้รับการศึกษา (Norris .1985 ; Bodi .1988) ความคิดวิจรรย์ญาณเป็นการคิดพื้นฐานของความมีเหตุผลใช้ตรวจสอบเรื่องราว เพื่อใช้ประเมินสถานการณ์ประกอบการตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์ที่มีความมุงมาย ให้กลายเป็นผู้มีพฤติกรรมและการกระทำที่เฉลียวฉลาด (Quinn .1990)

นักการศึกษาที่มีความเห็นเดียวกันว่า ควรจะมีการกระตุ้นและส่งเสริมและให้ความสำคัญให้เด็กเรียนรู้กระบวนการที่จะคิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเน้นเนื้อหาในตำราเรียน (สายสมร ทองคำ. 2533 ; อ้างอิงมาจาก Linn . 1986 ; Mann . 1979 ; Segal , Chipman & Glaser . 1985). แนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วทุกมุมโลกต่างให้ความสำคัญและมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า ควรเริ่มตั้งแต่ก้าวแรกที่เด็กเข้าสู่โรงเรียน เพราะเด็กมีธรรมชาติของการเรียนรู้ การเตรียมและส่งเสริมเด็กและเยาวชนที่จะเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต ให้มีความรู้ความสามารถ เป็นนักคิดและพัฒนาศักยภาพของการคิดที่มีอยู่ภายในให้ก้าวขึ้นสู่ขีดสูงสุด (มลิวัลย์ สมศักดิ์. 2540 : 6 ; อ้างอิงมาจาก Nickerson. 1984 : 26 - 36) จะเป็นการปูพื้นฐานที่สำคัญให้แก่อนาคตของชาติได้เป็นอย่างดี (เยาวพา เตชะคุปต์. 2536 : 1) ถึงแม้หลักสูตรประถมศึกษาจะได้กำหนดจุดมุ่งหมายและคาดหวังเอาไว้อย่างชัดเจนแล้วก็ตาม แต่ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงเน้นการสอนให้เด็กท่องจำ การสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่สอนโดยวัดสมรรถภาพด้านต่างๆในแต่ละวิชา ดังที่ ทิศนา แคมณี กล่าวไว้ว่า “ จุดประสงค์หลักของการศึกษาคือ การสอนให้ผู้เรียนคิดเป็น แต่ก็เป็นที่น่าแปลกใจว่าไม่ว่าเราจะเข้าไปในห้องเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรืออุดมศึกษาใดๆก็ตาม เราก็มักไม่ค่อยได้เห็นปรากฏการณ์การสอน การคิด ถึงแม้ว่าจะได้มีการนำเอาวิธีการแบบต่างๆหลายๆแบบมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดให้แก่ผู้เรียนอย่างแพร่หลาย แต่ก็

ยังไม่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจเท่าที่ควร ซึ่งสาเหตุอาจจะเนื่องมาจากการที่ครูไม่มีความเข้าใจอย่างเพียงพอในเรื่อง การคิด ครูอาจไม่ทราบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมเพื่อสร้างการคิด เนื่องจากกระบวนการคิดเป็นนามธรรมที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ มองเห็นได้ไม่เด่นชัด จึงยากแก่การสอนให้กระจ่างและได้ผล” (สมิต ออบสุวรรณ. 2539 :3) ทักษะและขบวนการคิดต่างๆ จำเป็นต้องปลูกฝังและพัฒนาตั้งแต่วัยเด็กและเมื่อย้อนกลับไปพิจารณาการจัดการศึกษาในปัจจุบันพบว่า ยังมีได้นำไปสู่กระบวนการคิด เรามีโครงสร้างของการศึกษาที่ค่อนข้างกว้างขวาง เรามีโรงเรียนประถม 30,000 กว่าแห่ง โรงเรียนมัธยม 2,000 แห่ง วิทยาลัยครู 36 แห่ง วิทยาลัยอื่นๆรวมทั้งมหาวิทยาลัยทั้งของรัฐและเอกชนอีกประมาณ 50 แห่ง แต่กระบวนการเรียนรู้การเรียนการสอนของไทยในสถาบันการศึกษาทุกระดับตั้งแต่อนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัยเป็นการศึกษาที่สร้างความอ่อนแอทางสติปัญญา ไม่สร้างสติให้เกิดปัญญาขึ้นมามากมาย การศึกษาของเราเน้นที่การถ่ายทอดเนื้อหาในห้องเรียน และการท่องจำตำราเป็นใหญ่ ผู้เรียนขาดประสบการณ์และการศึกษาจากความเป็นจริงรอบตัว ไม่ได้ฝึกความสามารถในการเลือกรับความจริงจากข้อมูลข่าวสารที่มีอย่างท่วมท้น ซึ่งมีทั้งจริงและเท็จ ทำให้แยกความจริงกับความเท็จไม่เป็น การเรียนไม่เน้นวิธีคิด จึงขาดความคิดวิจารณ์ญาณว่าอะไรจริงอะไรไม่จริง (ประเวศ ะสี . 2539 : 41)

“การสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการคิด มีแนวทางทำได้โดย 2 วิธี คือ การสอนการคิดโดยตรง และการสอดแทรกการคิดโดยการผ่านเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรในโรงเรียน การสอนคิดโดยตรงสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรม สื่อการสอน แบบฝึกหัดหรือบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อพัฒนาทักษะความคิดโดยตรงเนื้อหาของโปรแกรมหรือสื่อการสอนดังกล่าวจะไม่เน้นเนื้อหาวิชาที่เรียนในหลักสูตร เนื้อหาที่เรียนจะเป็นเนื้อหาที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดโดยเฉพาะ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดแก้ปัญหา เป็นต้น” วิธีการสอนคิดโดยไม่ต้องผ่านเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรนี้เป็นวิธีการที่สามารถใช้ได้ง่ายสะดวก โดยที่โรงเรียนจะกำหนดชั่วโมงเรียนไว้ในตารางการเรียนการสอนของโรงเรียนก็ได้ สำหรับสื่อโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อพัฒนาความคิดนั้นมีการผลิตและใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่เด็กและเยาวชนและโรงเรียนต่างๆในประเทศที่เจริญแล้วอย่างแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยแล้ว พบว่าสื่อโปรแกรมแบบฝึกหัด และอุปกรณ์เพื่อพัฒนาความคิดค่อนข้างหายากและที่มียังไม่เพียงพอ และมีได้แพร่หลายลงไปสู่คนส่วนมากและมีราคาค่อนข้างแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สื่อ โปรแกรมสำเร็จรูปในการพัฒนาความคิดระดับสูง (อุษณีย์ โพธิสุข .2544 : 2)

การสอนคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาในหลักสูตรเป็นการสอนที่สอดแทรกการฝึกความคิดกับเนื้อหาวิชาต่างๆในหลักสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน โดยครูจะใช้กระบวนการและวิธีการสอน

เพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดต่าง ๆ สอดแทรกลงไปในวิชานั้น ๆ ทั้งนี้วิธีการสอนโดยสอดแทรกการฝึกทักษะการคิดโดยบูรณาการกับเนื้อหาตามหลักสูตรนั้น มิใช่เป็นเรื่องง่าย ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้มีความรู้และมีความสามารถในการสร้างแผนการสอน เข้าใจและมีวิธีการที่จะสอดแทรกทักษะการคิดเพื่อให้เกิดการบูรณาการกับเนื้อหาวิชาได้อย่างกลมกลืน นอกจากนี้ยังต้องมีเทคนิควิธีการสอนที่ยอดเยี่ยม จึงจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด ควบคู่ไปกับการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาได้อย่างน่าสนใจ มีชีวิตชีวา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถส่งเสริมด้านความคิดจากการศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูดเทสกี (Orton .1987 ; citing Kruteski . 1976) พบว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป 3) ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข 4) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่างๆทางคณิตศาสตร์ 5) ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ 6) ทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล 7) เปลี่ยนแนวทางการคิด เป็นวิธีอื่นได้ 8) พิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน 9) มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการศึกษาคูรูตเทสกี (Kruteski) นี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับความคิดวิจารณ์ญาณได้อย่างชัดเจนสอดคล้องกับแนวคิดของชูดามและเวฟเวอร์(Orton .1987 ; Kissane .1988 ; citing Suydam and Weaver 1987) (วินัย ดำสุวรรณ .2538 : 3)

เมื่อพิจารณาหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ของไทยในปัจจุบันปรากฏว่า หลักสูตรไม่ได้ตอบสนองธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งไม่ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้เต็มที่เท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะหลักสูตรปรกฏในโรงเรียนมีข้อจำกัดทั้งเนื้อหาและวิธีการคิดซึ่งจัดไว้สำหรับเด็กทั่วไป มิได้เปิดโอกาสให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางได้สำรวจค้นคว้าได้ตามความสนใจ ปัจจุบันเด็กในโรงเรียนกำลังเป็นเด็กที่ประสบความเร็จต่ำกว่าความสามารถตามศักยภาพจริง เด็กหลายคนอาจมีสติปัญญาสูงมาก แต่ไม่ประสบความสำเร็จ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 2)

การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในต่างประเทศ ถือว่า หลักสูตรการพัฒนาความคิดเป็นหลักสูตรที่สำคัญ เพราะจากการวิจัยพบว่า ถึงแม้เด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีปัญญาดี คิดได้รวดเร็วลึกซึ้งกว่าเด็กทั่วไป ก็มิได้หมายความว่า เขาจะคิดเก่ง คิดถูกต้องหรือคิดดีเสมอไป และบ่อยครั้งพบว่าผู้มีความฉลาดปราดเปรื่องก็

อาจจะมึลัษณะการคิดที่ขาดทักษะกระบวนการคิด หรือหลักการคิดที่ดี ขาดการคิด ไตร่ตรอง รอบคอบ ขาดการคิดอย่างสร้างสรรค์ หรืออาจขาดวิจารณญาณ เนื่องจากคุณลักษณะทางความคิดเป็นสิ่งที่ต้องเรียนรู้ หากเด็กเหล่านี้ได้รับการชี้แนะหรือฝึกฝนทักษะกระบวนการคิดก็จะทำให้กระบวนการคิดโดดเด่นกว่าเด็กทั่วไปมากมายในเวลาที่เหมาะสม หากไม่ฝึกฝนหลักการและจริยธรรมทางความคิดให้ดี เด็กกลุ่มนี้อาจเป็นผู้สร้างความยุ่งยากให้กับสังคมได้ (อุษณีย์ โพธิสุช .2544 : 4)

วงการศึกษานในประเทศต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจและให้ความสำคัญกับการส่งเสริมทักษะการคิดกันมาก เพราะการคิดทำให้ประชากรของประเทศมีคุณภาพ แต่จากการศึกษาเอกสาร บทความ ตำราและงานวิจัยต่างๆ พบว่าการสอนให้เด็กเกิดทักษะการคิดยังไม่บรรลุเป้าหมายนอกจากนี้ยังพบว่าหลักสูตรทั่วไปไม่เอื้ออำนวยให้เด็กคิดโดยทั่วไปมีการฝึกฝนทักษะการคิดโดยการทำแบบฝึกหัด ตอบคำถามทำยบทเรียน เขียนแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายปัญหา กิจกรรมเหล่านี้มีประโยชน์ในการส่งเสริมความคิดแต่พบว่ามักจะมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสำคัญ (ฉันทนา ภาคบงกช .2528: 53 ; อ้างอิงมาจาก Beyer.1984)จากการศึกษาติดตามเกี่ยวกับเรื่องนี้มานานมากกว่า 20 ปี เวสเซอร์แมน (Wasserman .1984) วิเคราะห์ว่าอุปสรรคของการสอนทักษะการคิดมาจากการใช้สื่อการสอน กล่าวคือ การใช้คำถาม การใช้อุปกรณ์การสอน แบบเรียนแบบฝึกหัด ส่วนใหญ่ไม่ได้ส่งเสริมการคิดในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนเป็นอุปสรรคที่สำคัญมาก บรรยายกาศการเรียนที่เคร่งเครียด ขาดการเสริมแรง เป็นการบั่นทอนการแสดงความคิดเห็นของเด็ก แม้จะมีสื่อการสอนที่ดีแต่ถ้าขาดบรรยากาศที่เป็นกันเองและขาดความอบอุ่นใจแล้วก็ยากที่จะประสบผลสำเร็จในการสอนทักษะการคิดได้ (ฉันทนา ภาคบงกช .2528 : 35) กระบวนการเรียนการสอนให้เด็กคิดเป็นหรือคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ จะไม่สัมฤทธิ์ผลหากตัวครูผู้สอนไม่เป็นนักคิดที่ดี หรือไม่เข้าใจจิตวิทยาการสอนหรือมีกลยุทธ์ในการสอนที่ดีให้เด็ก รวมทั้งการเปิดโอกาสให้เด็กได้คิด คิดได้ คิดเป็น และ แสดงความคิดเห็นออกมา สิ่งที่จะทำให้เกิดได้นั้นครูจะต้องมีใจกว้าง มีความคิดเป็นอิสระ ไม่ปิดกั้นเด็กด้วยความถูกผิด มีเหตุผล ใช้ภาษาได้ดี มีลักษณะการติดต่อสื่อสารที่ดี พบว่า เยาวชนจำนวนมากขาดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการขาดการฝึกฝนตั้งแต่เยาว์วัยซึ่งเป็นผลต่อเนื่องไปจนถึงเป็นผู้ใหญ่ กลายเป็นผู้ใหญ่ที่ขาดความคิด ขาดการพิจารณา ทำให้มีความรู้สึกว่าตนเองต่ำต้อยไม่ทันคนอื่น มีอคติหรือฉันทาคติกับสิ่งต่างๆ อยู่เสมอ (อุษณีย์ โพธิสุช . 2537 : 98 – 99)

ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ สื่อการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปตามกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา สื่อการศึกษาที่

มีบทบาทอย่างมากในปัจจุบันก็คือคอมพิวเตอร์ วิวัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว สังคมในปัจจุบันกำลังจะก้าวสู่สังคมแห่งคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้การศึกษาจึงต้องให้ความสำคัญกับคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเกี่ยวกับในด้านการเรียนการสอนเราสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ .2530:3) การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนนั้น เราเรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีและรวดเร็วกว่าการสอนปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลงสามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวกไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้านหรือที่ทำงานก็ได้ (Hall. 1982 : 362) นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจเพราะเป็นประสบการณ์ใหม่สำหรับผู้เรียน มี สี เสียงและภาพที่สามารถเคลื่อนไหวได้ สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจและได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ช่วยสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน สามารถจัดการศึกษาเป็นรายกรณีได้ แสดงความก้าวหน้าของนักเรียนให้เห็นได้ นอกจากนี้แล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ (อรพรรณ พรสีมา . 2530 : 87 – 88)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองทั้งที่มีความรู้พื้นฐานสูงและมีพื้นฐานต่ำ เพราะนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและเรียนไปอย่างช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถาม การตอบย่อมดีกว่าผู้เรียนที่เรียนโดยการอ่านหรือคัดลอกข้อความอย่างเดียว การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนสามารถจะมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ เช่น การแสดงความคิดเห็นการโต้ตอบเครื่องก็ทำได้ กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายและมีส่วนร่วมในการคิดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง . 2535 : 36) ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะต้องมีสมาธิอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์และจอกภาพตลอดเวลา จะผันกลางวันอย่างเวลาครูสอนหน้าชั้นไม่ได้เลย (ทักษิณา สวานานนท์ . 2530 : 215) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ฝึกทักษะต่างๆ จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ เพราะการฝึกทักษะนั้น ไม่ได้ช่วยนักเรียนในด้านความจำเพียงอย่างเดียว แต่ยังช่วยนักเรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ป้อนคำถามให้นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา ถ้านักเรียนไม่รู้จักคิดหาคำตอบก็ไม่อาจจะตอบคำถามนั้นๆได้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 44 – 45)

ความคิดของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นความคิดในการแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ และความคิดอื่นๆ ล้วนแต่มีความสัมพันธ์กันและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในโลกปัจจุบันและอนาคตนั้น ความคิดวิจารณ์จะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเพราะเน้นเรื่องของความมีเหตุผลและมนุษย์เราจะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและส่วนร่วมได้ (สังคม ภูมิพันธ์ . 2533 : 121) และแนวคิดในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคต ควรจะต้องพัฒนาให้มีคุณลักษณะ 3 ประการ ดังนี้ คือ 1. คิดอย่างมีวิจารณ์ อย่างเป็นระบบ 2. วางแผนอย่างมียุทธศาสตร์ 3. ปรับได้ทันกับการเปลี่ยนแปลง และยุทธวิธีในการฝึกให้เกิดคุณลักษณะทั้ง 3 นั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบด้านต่างๆ ทั้งด้านความคิด ความรู้สึก และการลงมือปฏิบัติ แนวคิดดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณ์ ที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา (โกวิท ประวาลพุกษ์ . 2535 : 62) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยหลายฉบับที่ให้ข้อมูลยืนยันว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับวิทยาลัยและผู้ที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่มีจำนวนต่ำกว่าร้อยละ 50 ที่มีความสามารถทางการคิดในระดับนี้อย่างสมบูรณ์ (เชิดศักดิ์ โขवासินธุ์ . 2531 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Criapetta .1976 ; Dasen .1977 ; Sinnott. 1975) ทั้งที่พัฒนาการคิดระดับนี้ตามทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget . 1976) ควรจะเกิดขึ้นตั้งแต่อายุ 9 ปี การฝึกให้เด็กมีวิธีคิดอย่างมีวิจารณ์จึงเป็นเรื่องสำคัญยิ่งนัก เป็นฐานของการกรองความคิด กรองข้อมูล เป็นหลักสำคัญที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจที่ถูกต้อง เพราะในต่างประเทศได้ลงทุนสร้างสื่อสร้างกิจกรรม แบบฝึกให้เด็กทุกระดับตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงผู้ใหญ่ (อุษณีย์ โพธิสุข. 2542 : 96)

จากปัญหาต่างๆ ดังกล่าวและจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณ์ การสร้างรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องของการพัฒนาความคิดวิจารณ์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพราะตามพัฒนาการด้านความคิดของมนุษย์นั้น เพียเจต์ (Piaget . 1976) ได้จำแนกออกเป็น 3 ชั้น ในชั้นที่ 2 พัฒนาการขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operation) อายุประมาณ 9 – 11 ปี เด็กคิดในลักษณะที่เป็นรูปธรรม เด็กเริ่มใช้เหตุผลเชิงตรรก กล่าวคือสามารถในการจัดลำดับ ข้อมูล สามารถคิดย้อนกลับได้ (ฉันทนา ภาคบงกช . 2528 : 9) ซึ่งเด็กอายุประมาณนี้ก็คืออยู่ประมาณชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเครื่องมือที่สร้างจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์และเพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ประกอบทางการเรียนรู้ไปพร้อมกันและเพื่อที่ครูจะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนความคิดวิจารณ์ ญาณ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการคิดวิจารณ์ ญาณ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหาร สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. ทำให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ประกอบทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมๆ กับการพัฒนาทางด้านความคิดวิจารณ์ ญาณให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการศึกษา การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต
3. เป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับครู – อาจารย์ ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องเกี่ยวกับความคิดเรื่องอื่นๆต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เลือกมาจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไพฑูริย์ศึกษา เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีวัดจากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์และใช้วิธีการพิจารณาจากครูประจำวิชา นักเรียน ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ และการสังเกตพฤติกรรมจากการร่วมกิจกรรมพิเศษนอกหลักสูตรที่จัดขึ้น จำนวน 30 คน
2. แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมปีที่ 4 เป็นแบบฝึกเกี่ยวกับการเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ ญาณที่ใช้วิธีการสอนเกี่ยวกับความคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับ

แบบฝึกเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดวิจารณ์ญาณในระดับประถมศึกษาตามแนวคิดของ จอห์นดี. รอสและคาร์ทีรีนเอ็ม . รอส (John D. Ross & Catherine M . Ross) 8 ด้านดังนี้

1. อุปมาอุปไมย (Analogies) เป็นการฝึกความสามารถของเด็กในเรื่องของการ หยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์

2. การอนุมาน (deductive) เป็นการฝึกความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยค ด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะ ภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่า ประโยคไหน หรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด

3. หลักฐานที่หายไป (Missing Promises) เป็นการฝึกความสามารถในการคัด แยกหรือหาหลักฐานที่หายไป เพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมานของตรรก ศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้อง กับการสังเคราะห์ โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

4. ความสัมพันธ์ทางตำนานมธรรม (Abstract Relation) เป็นการฝึกความสามารถ ด้านการศึกษาข้อมูลและสังเคราะห์ ด้านตรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง

5. การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis) เป็นการฝึกให้นักเรียน สังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการฝึก ความสามารถในการจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

6. ยุทธวิธีไขปัญหา (Questioning Strategies) เป็นการฝึกการตรวจสอบข้อมูล ของคำถาม ข้อมูลที่มีส่วนต่างๆที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่างๆที่ดีที่สุดเพื่อนำ ไปสรุปความ ขั้นตอนนี้เป็น การวัดความสามารถของนักเรียนในการประเมินค่าของข้อมูล และนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพที่สุด

7. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น (Analysis of Relevant Information) เป็นการฝึกใช้ข้อมูลต่างๆและปัญหาต่างๆที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็นและ กับที่ไม่ชัดเจนและไม่ตรงประเด็น เป็นการฝึกเกี่ยวกับการวิเคราะห์ในการที่จะตอบปัญหา หรือแก้ปัญหาและมีวิจารณ์ญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes) เป็นการฝึกความสามารถ ของเด็กนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบ , การตัดสินใจอย่างมีวิจารณ์ ญาณ , การใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าลักษณะใดหรือสิ่งใดที่ต้องการ จากรูป แบบที่เหมือนกันหรือที่คล้ายคลึงกันและหลากหลายลักษณะ หรือมีสัญลักษณ์ประจำตัวที่ พิเศษซึ่งบรรจุอยู่ในรูปแบบต่างๆ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ประสิทธิภาพแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2 ความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ขบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ที่ไม่ชัดเจนเพื่อตัดสินใจนำไปสู่ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล ดังนี้

4.1.1 อุปมาอุปไมย (Analogies) หมายถึงความสามารถของเด็กในเรื่องของการหยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่างๆเข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์

4.1.2 การอนุมาน (deductive) หมายถึงความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่าประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด

4.1.3 หลักฐานที่หายไป (Missing Promises) หมายถึงความสามารถในการคัดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไป เพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมานของตรรกศาสตร์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

4.1.4 ความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม (Abstract Relation) หมายถึงความสามารถด้านการศึกษาข้อมูลและสังเคราะห์ ด้านตรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง

4.1.5 การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis) หมายถึงการสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ และสามารถจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

4.1.6 ยุทธวิธีไขปัญหา (Questioning Strategies) หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลของคำถาม ข้อมูลที่มีส่วนต่างๆที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่างๆที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสรุปความ และในการประเมินค่าของข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพที่สุด

4.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น (Analysis of Relevant Information) หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหาและมีวิจารณ์ญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

4.1.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes) เป็นความสามารถ

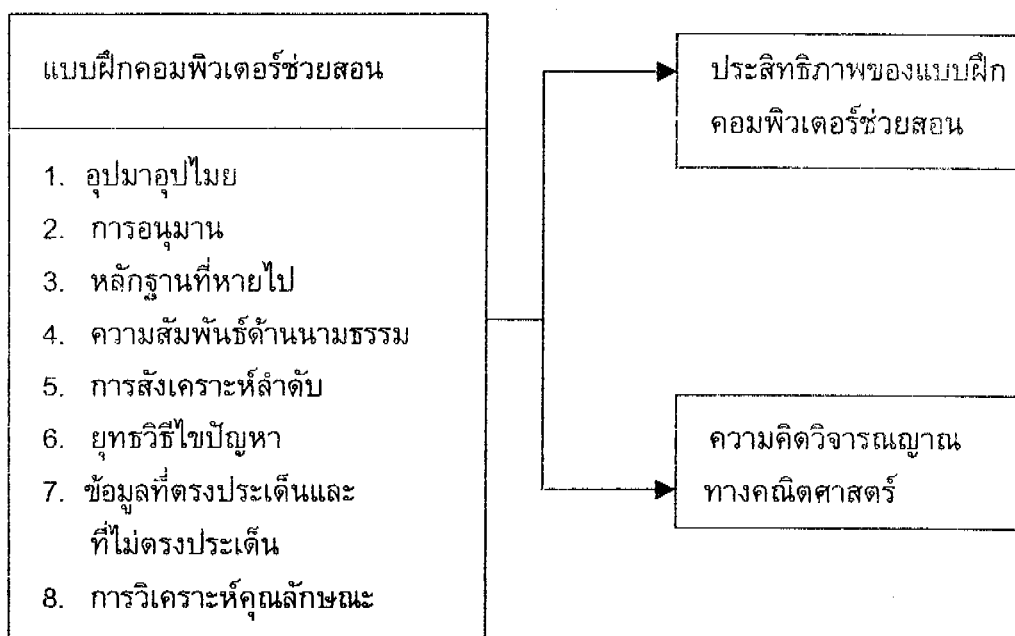
ของเด็กนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบ , การตัดสินใจอย่างมีวิจารณ์
ญาณ , การใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าลักษณะใดหรือสิ่งใดที่ถูกต้อง

4.2 ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงสัดส่วนระหว่างประ
สิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เพื่อช่วยพิจารณาว่าบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่อยู่ในระดับที่ผู้ผลิตพอใจในประสิทธิ
ภาพของสื่อหรือไม่โดยตั้งไว้ที่ระดับ 80 / 80

80 ตัวแรก เป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ จากการทำ
แบบฝึกในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลัง เป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ จากการทำ
แบบทดสอบหลังเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.6 การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.7 การวัดและประเมินผลสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณ์ญาณ
 - 2.1 ความหมายและทฤษฎีของความคิดวิจารณ์ญาณ
 - 2.2 กระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ
 - 2.3 ทักษะแนวทางในการส่งเสริมความคิดวิจารณ์ญาณ
 - 2.4 ความคิดวิจารณ์ญาณในชั้นประถม
 - 2.5 การพัฒนาทักษะความคิดวิจารณ์ญาณ
 - 2.6 ความคิดวิจารณ์ญาณกับวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณ์ญาณ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.4 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นเด็กที่มีลักษณะในทักษะทางคณิตศาสตร์ที่โดดเด่นกว่าเด็กโดยทั่วไป โดยมีผู้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน คือ

ไฮด์ และแฮร์ส (นิตติยา ปภากจน์ 2540 : 14-15 ; อ้างอิงมาจาก Heid. 1983 : 222 ; House. 1987 : 14-15) ได้สรุปว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล และแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้รวดเร็วราวกับว่ากระบวนการคิดเหล่านี้กำเนิดในตัวของพวกเขาแล้วตลอดเวลา พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐาน และโครงสร้างคร่าวๆ ของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย เป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่นมีความคิดประหยัด ไม่มีเสียเวลา มีเหตุผล และตอบปัญหาได้ดี มักมีคำตอบเพื่อเลือกเอาไว้ด้วยในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น สามารถที่ย่นย่อกระบวนการคิดพร้อมทั้งสามารถย้อนทวนกระบวนการความคิดได้

อารี สันหนวี (ม.ป.ป. : 1-2) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่า ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical - Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถสูงในการใช้ตัวเลข เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และผู้ให้เหตุผลดี เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรมและการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (cause -effect) และการคิดการณ (if - then) วิธีการที่ใช้ได้แก่ การจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุป คิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน

อุษณีย์ โพธิสุข (2541 : 36) ได้กล่าวถึงความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นคนชอบคิดแบบใช้เหตุผล สร้างความคิด สรุปความคิด ปรับเปลี่ยนระบบวิธีใหม่ๆ หาทางควบคุมระเบียบต่างๆ ชอบกิจกรรมลับสมองประลองปัญญา เกมกลต่างๆ เกมที่ใช้ความคิด สนุกสนานกับการเล่นคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาพบว่า เด็กที่มีความหมายสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีลักษณะเด่นทางคณิตศาสตร์มากกว่าคนอื่น โดยเด็กเหล่านี้จะมีความสามารถทางการใช้เหตุผล ทางตรรกศาสตร์ มีความสุขกับการได้ทำในสิ่งที่ท้าทายและชอบแข่งขันกับสิ่งที่ตนเองกระทำอยู่ตลอดเวลา

1.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กเหล่านี้ว่ามีลักษณะใดที่บ่งบอกถึงลักษณะพิเศษที่สามารถสังเกตได้ โดยมีผู้ให้ลักษณะของเด็กเหล่านี้คือ

ริตซ์ และเรนซูลี (นิตติยา ปภากพันธ์. 2540 : 14-15 ; อ้างอิงมาจาก Ridag and Renzulli. 1981 : 208-209) กล่าวว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. มีความสามารถโดดเด่นมากทางคณิตศาสตร์
2. มีความมานะมุ่งมั่นต่องานทางคณิตศาสตร์มาก
3. มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ

จอร์ต (อารี สัททหวิ และอุษณีย์ โพธิสุข ม.ป.ป. : 96-97 ; อ้างอิงมาจาก George n.d.) ได้อธิบายถึงผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะดังนี้

1. สามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดี และโยงกับเรื่องอื่นได้
2. สามารถสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้เร็ว
3. ในการโต้เถียงทางตรรกวิทยา สามารถคิดข้ามขั้นตอนกลางได้
4. พยายามหาคำตอบที่แนบเนียน กะทัดรัด
5. เปลี่ยนแนวความคิดได้ ในกรณีที่จำเป็น
6. มักจะจำความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัญหาและหลักการของคำตอบได้ดี ในขณะที่

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มักจะจำแต่รายละเอียด

นอกจากนี้ยังมีลักษณะพฤติกรรม การกระทำของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มักแสดงออกคือ

1. มีความมุ่งมั่นในการที่จะหาคำตอบที่ง่ายและดีที่สุด เด็กที่เก่งคณิตศาสตร์มักจะทำงานคณิตศาสตร์โดยไม่เหน็ดเหนื่อย

2. มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ หรือโจทย์ใหม่ๆ และจะมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา นักเรียนมักจะพูดว่า “รู้แล้วจะลองทำวิธีนี้” หรือ “ทำอย่างนั้นไม่ถูกเพราะ...” หรือ “ดูนี่ครับ ผมจะทำให้ดู”

3. เด็กเก่งคณิตศาสตร์มักจะใจกว้าง ในการที่จะยอมรับและเปลี่ยนความคิดถ้ามีหลักฐานมาสนับสนุนเพียงพอ

4. มักจะชอบถามปัญหากับตัวเองอยู่เสมอทั้งที่บ้าน และโรงเรียน เช่น “สนามฟุตบอลจะจุได้กี่คน” “เครื่องบิน บินได้เร็วเท่าไร” “คนมีชีวิตอยู่นานกี่วินาที” เป็นต้น

5. มักแสดงความคิดสั้นๆ ห้วนๆ ในกรณีที่นักเรียนไม่ชอบเขียนมาแต่ต้นและจะต้องเขียนอธิบายเป็นภาษาเขียน ในขณะที่สามารถคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้ในใจแล้ว

6. มีความสนใจตัวเลข เช่น ลักษณะพิเศษของเลขทะเบียนรถยนต์

7. มีความสนใจในรูปร่าง รูปทรงแบบต่างๆ

8. สามารถหาวิธีลัดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มักจะไม่ชอบใช้วิธีทั่วไป

อารี สัตถะวิ (ม.ป.ป. : 10) ยังได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่า

ปัญญาทางด้านเหตุผลและคณิตศาสตร์

1. ข้าพเจ้าสามารถคิดคำนวณในใจได้ดี

2. วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบมันเมื่อเป็นนักเรียน

3. ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมที่ต้องคิดเป็นเหตุเป็นผล

4. ข้าพเจ้าชอบทำการทดลองประเภท “อะไรจะเกิดขึ้น.....ถ้า” (เช่น จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าข้าพเจ้าเพิ่มน้ำที่ใช้รดกุหลาบเป็นสองเท่า)

5. ข้าพเจ้าชอบคิดหารูปแบบ หลักการจากความเป็นเหตุเป็นผลของสิ่งของ เหตุการณ์

6. ข้าพเจ้ามีความสนใจในพัฒนาการใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์

7. ข้าพเจ้าเชื่อว่าเกือบทุกสิ่งในโลก สามารถหาคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลได้

8. บางทีข้าพเจ้ามักจะคิดเชิงนามธรรมที่ไม่มีภาษาหรือรูปร่าง

9. ข้าพเจ้าชอบจับผิดในเรื่องเกี่ยวกับเหตุผลในสิ่งที่ผู้อื่นทำทั้งที่บ้านและที่ทำงาน

10. ข้าพเจ้าจะรู้สึกสบายในถ้าสิ่งต่างๆ มีการจัดหมวดหมู่ วัด คำนวณ วิเคราะห์

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542 : 130-131) ยังได้อธิบายถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้อีกว่า

1. สนใจแผนที่ ลูกโลก แผนภูมิ ปฏิทิน เวลา ตัวเลข

2. ชอบตั้งคำถามแบบนามธรรม เช่น เรื่องของเวลา อวกาศ มิติของเวลา

3. ชอบเล่นตัวต่อยากๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง

4. ชอบชั่ง ตวง วัด นับ จัดลำดับหมวดหมู่สิ่งของ

5. สามารถเข้าใจความหมายของจำนวน และตัวเลขได้เร็วกว่าเพื่อนวัยเดียวกัน

6. รู้จักตัวเลขหนึ่งหลักหรือสองหลัก นับจำนวนสิ่งของให้สัมพันธ์กับตัวเลขได้ เช่น มีสิ่งของ 15 ชิ้น ก็สามารถชี้จำนวน 15 ได้ถูกต้อง

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เงินหรือค่าของเงิน เช่น 4 สิ่ง = 1 บาท เป็นต้น

8. สามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดี โยงกับเรื่องอื่นได้

9. สามารถสรุปความคิดในเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
10. สามารถตัดข้ามขั้นตอนในเชิงตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง
11. สามารถหาคำตอบที่แนบเนียนกะทัดรัด
12. เปลี่ยนแนวความคิดได้ในกรณีจำเป็น
13. มักจะจดจำความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของปัญหาและหลักการของคำตอบได้ดี
14. รักและหลงใหลในตัวเลข ชอบหมกมุ่นเกี่ยวกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข
15. มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งในลักษณะมีรูปแบบตายตัวและไม่ตาย

ตัว

16. ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลต่อกัน เช่นถ้า....แล้ว ดังนั้น เพราะว่า ถ้าไม่.....

แล้ว

17. ชอบจัดหมวดหมู่ สิ่งของ หรือวาดรูปในลักษณะที่เรียงจากขนาดใหญ่ไปหาเล็ก หรือเล็กไปหาใหญ่ วาดรูปแบบทรงเรขาคณิตหรือลักษณะสมดุลง่ายๆอย่างเรียงของเล่นตามขนาดของสิ่งของไม่ใช่จากคุณลักษณะอื่น

บุญทัน อยู่บุญชม (2529 : 248) ได้อธิบายถึงลักษณะของเด็กที่เรียนเก่งในวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. มีสติปัญญาดี ระดับ I.Q. 120 หรือสูงกว่า สามารถเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี
2. มีความจำดีมาก ความรู้พื้นฐานเดิมในทางคณิตศาสตร์ดี จึงสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ได้รวดเร็ว
3. มีความกระตือรือร้น และสนใจสิ่งต่างๆ รอบตัว ชอบค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ จึงมีความสนุกสนานในการเรียนรู้สิ่งใหม่
4. มีความสามารถในด้านภาษา การอ่าน การเขียน สามารถอ่านคำสั่งโจทย์ได้ และแปลความได้รวดเร็ว จึงทำให้สามารถทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้
5. สามารถคำนวณที่หายได้เป็นระยะเวลาสั้น
6. สามารถหาวิธีแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีที่จัดว่าดีที่สุด
7. สามารถถ่ายโยงสิ่งที่เรียนแล้วให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้
8. เป็นผู้ที่มีความตั้งใจภายใน เพราะชอบวิชาคณิตศาสตร์อยู่แล้ว จึงทำให้มีความสนใจ และเรียนได้ดี

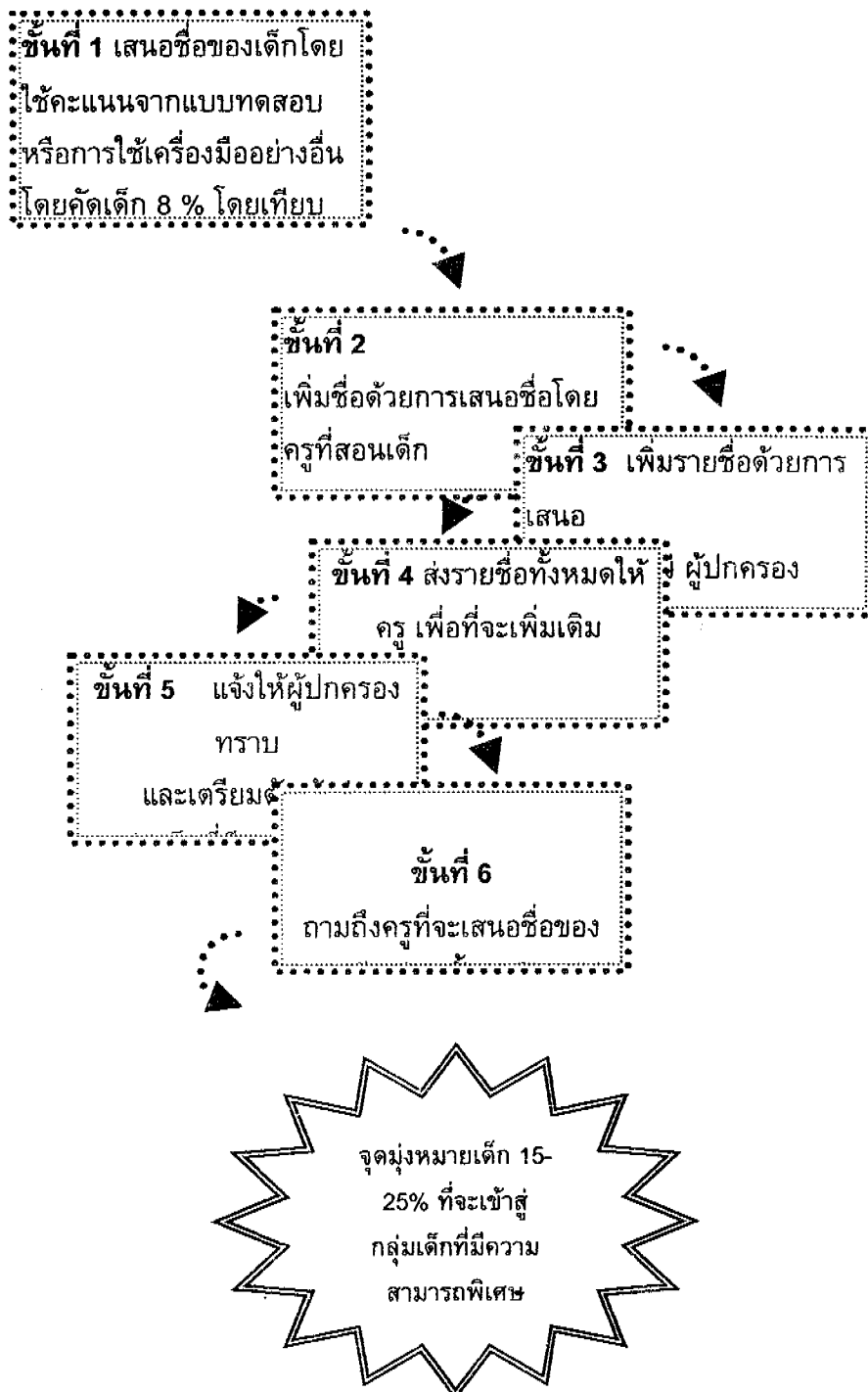
นิตติยา ปภากจน์ (2540 : 16-17) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไปแข่งขัน

คณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ตั้งแต่ปี 2532-2537 จำนวน 10 คน พบว่าเด็กมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการรับความรู้สึกที่ละส่วน เพื่อเข้าใจในหนังสือ หรือผู้ที่สอนซึ่งเขียนหรือพูดไปเป็นลำดับเหตุผลได้
 2. สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่าผู้อื่น เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นหลักการในสิ่งนั้น จึงเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่าอีกด้วย
 3. นิยมเปรียบเทียบความรู้ใหม่ กับหลักการเดิมซึ่งรู้อาก่อน เนื้อหาสิ่งที่มีลักษณะขัดกัน ถ้าไม่มีจะเชื่อความรู้ใหม่นั้น
 4. สามารถสันนิษฐานสาเหตุของแรงจูงใจในการสร้างทฤษฎีต่างๆ จึงรู้สึกเหมือนผู้สร้างทฤษฎีนั้นๆ เอง ก่อให้เกิดความภูมิใจ
 5. สามารถใช้ตรรกศาสตร์ และการหยั่งถึงผู้อื่นในการคาดคะเนคำตอบของโจทย์ประเภทปรนัยได้อย่างแม่นยำ
 6. มีความสามารถในการสร้างความคิดเชิงนามธรรมของปัญหาทำให้เห็นจุดของปัญหาได้ชัดเจนและไม่หลงกับรายละเอียด
 7. มีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง
 8. มีความจำเป็นเลิศตั้งแต่เยาว์วัย
- สำหรับเด็กเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น โดยทั่วไปจะเป็นเด็กลักษณะดังนี้คือ จะเป็นเด็กที่มีความสนใจด้านจำนวนตัวเลข การคำนวณ และสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แยกแยะ สร้างสรรค์ และสมเหตุสมผล เด็กจะมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน รวมทั้งเด็กสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายรูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน

1.3 การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เรนซูลีและไรส์ (Hallahan and Kauffman, 1997 : 465-466 ; Citing Renzulli and Ries, 1991b.) ได้อธิบายถึงขั้นตอน 6 ขั้นตอนของการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยใช้การคัดแยกที่มีขั้นตอนหลายขั้นตอนโดยเข้าไปสู่ใน "กลุ่มเด็กปัญญาเลิศ" (talent pool) จำนวน 15 -25% ของเด็กที่มีชื่อทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังรูป



ภาพประกอบ 1 การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้ talent pool ของ Renzulli และ Reis (1991b.)

จากภาพสามารถอธิบายขั้นตอนการคัดแยกได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอชื่อของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ โดยคัดได้จำนวนเด็กทั้งหมด 8% ที่คะแนนที่สูงที่สุด โดยเมื่อเทียบคะแนนจากเกณฑ์ปกติ

ขั้นที่ 2 การเสนอชื่อโดยครู โดยครูจะทำหน้าที่เสนอชื่อนักเรียนที่สอนในห้องเรียนเพิ่มขึ้น โดยเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือมีความสามารถสูงกว่าคนอื่น

ขั้นที่ 3 เพิ่มเติมรายชื่อเด็กโดยการเสนอชื่อโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง เพื่อ หรือตนเอง โดยใช้ทางเลือกหลายทางรวมทั้งการตัดสินใจจากผลงานของเด็ก

ขั้นที่ 4 รายชื่อของเด็กทั้งหมดที่ได้รับการเสนอชื่อว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะถูกส่งเวียนต่อให้กับครูทุกคนในโรงเรียน หรือครูที่เคยสอนเด็กมา เพื่อที่จะให้เป็นการคัดแยกอย่างรัดกุมที่สุด

ขั้นที่ 5 มีการแจ้งให้ผู้ปกครองทราบล่วงหน้าก่อน โดยที่ปกครองและเพื่อนจะไม่บอกให้เด็กที่มีชื่อทราบถึงการคัดแยก โดยแจ้งให้ทราบถึงความเข้าใจของโปรแกรมสำหรับการจัดให้เด็กได้เข้าร่วมในกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (talent pool)

ขั้นที่ 6 มีการเตรียมตรวจสอบลักษณะอื่นๆ โดยการพยายามหาการเสนอชื่อจากครูเพิ่มเติมจากเด็กที่มีลักษณะความสามารถพิเศษ

สติเฟนส์และโวลฟ์ และเฟลดฮูเซน มูน และริฟเนอร์ (พิซากร แปลงประสพโชค. 2540 : 10 ; อ้างอิงมาจาก Stephen and Wolf. 1978 และ Feldhusen, Moon and Rifner. 1989) กล่าวว่า การคัดแยกเด็กเพื่อเข้าเรียนหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ควรเริ่มต้นด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มีความเห็นใกล้เคียงกัน พอสรุปขั้นตอนที่พึงปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายของหลักสูตร และกำหนดลักษณะของเด็กที่จะเข้าเรียนให้ชัดเจนสอดคล้องกัน

ขั้นที่ 2 กำหนดกระบวนการคัดแยกเด็กได้แก่ การเสนอชื่อ ระเบียบ บันทึก พฤติกรรม สเกลจัดอันดับ ฯลฯ

ขั้นที่ 3 ตัดสินประบวนการประเมินผู้สมัครผู้ได้รับการเสนอชื่อ ด้วยแบบทดสอบต่างๆ ได้แก่ ความสามารถทางสติปัญญา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ความถนัด และความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 คัดแยกออกโดยใช้ผลจากขั้นที่ 2 และ 3 ไม่ควรใช้คะแนนรวมแต่ให้เพลิงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษให้มากกว่ามีบ้างหรือไม่

ขั้นที่ 5 ควรประเมินกระบวนการคัดแยก ด้วยว่าสะท้อนเป้าหมายของหลักสูตรหรือไม่

ผดุง อารยะวิญญู (2539 : 178-180) ได้อธิบายถึงลักษณะของการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ โดยสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ

1. การคัดเลือกเด็กตามวิธีของโกแวน (Gowan)

โกแวนเสนอแนะวิธีคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศดังนี้

1.1 คัดเลือกเด็กที่หลายคนคิดว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยเลือกมาประมาณอย่างน้อย 1% และอย่างมากไม่เกิน 10%(ยกเว้นโรงเรียนที่คัดเลือกเด็กโดยวิธีการสอบเข้า การคัดเลือกเด็กไว้เป็นเด็กปัญญาเลิศอาจคัดเลือกไว้เกิน 10%)

1.2 ทดสอบเด็ก โดยใช้แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาที่เป็นการทดสอบพร้อมกันครั้งละหลายคน คัดเลือกเอาเด็กที่ได้คะแนนสูงสุด 10%เด็กเหล่านี้จัดเป็นเด็กปัญญาเลิศ สิ่งเด็กที่เหลือให้จัดกลุ่มไว้ต่างหาก กลุ่มเด็กนี้เรียกว่า “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ - Reservoir”

1.3 ให้ครูประจำชั้นคัดเลือกเด็กในชั้นจำนวนหนึ่ง ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ

1.4 ทดสอบเด็กที่คัดเลือกได้ในข้อ 1.3 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คัดเอาเด็กที่เก่งที่สุด 10% ไว้ ส่วนเด็กที่เหลือจัดไว้ในกลุ่ม “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” (ตามข้อ 1.2)

1.5 ครูใหญ่ ครูประจำวิชา ครูแนะแนว และครูอื่นที่เคยสอน หรือรู้จักเด็กเป็นอย่างดี ทำการคัดเลือกเด็กนำรายชื่อเด็กดังกล่าวข้างบนนี้ส่งไปในกลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

1.6 เรียงลำดับรายชื่อเด็ก และระบุว่าเด็กแต่ละคนถูกกล่าวกี่ครั้ง

1.7 เรียงลำดับรายชื่อเด็กและระบุว่าเด็กแต่ละคนถูกกล่าวถึง 3 ครั้งขึ้นไป ให้จัดเป็นเด็กปัญญาเลิศได้

1.8 เด็กใน “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” เหล่านี้ หากคนใดถูกกล่าว 2 ครั้ง ให้นำไปทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ Stanford-Binet

1.9 เด็กใน “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” ที่ถูกกล่าวถึงเพียงครั้งเดียว ให้ปล่อยกลับชั้นเรียนไป

1.10 เด็กที่ผ่านการทดสอบ (ใช้จุดตัดเป็นเกณฑ์) โดยแบบทดสอบ Stanford-Binet ให้จัดเป็นเด็กปัญญาเลิศ เด็กที่ไม่ผ่านให้กลับไปชั้นเรียน หากมีเวลาหรือกรรมการเห็นว่าเหมาะสม ควรทดสอบเด็กในข้อที่ 1.9 ด้วย และปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1.10

2. การคัดเลือกอย่างเป็นทางการ

วิธีการต่อไปนี้เป็นวิธีคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศ ซึ่งโรงเรียนที่จัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศควรนำมาใช้

2.1 การคัดเลือกเบื้องต้น

การคัดเลือกเบื้องต้นควรเป็นหน้าที่ของครูประจำชั้น ครูประจำวิชา ผู้ปกครอง เพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยบุคคลดังกล่าวทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมของเด็กปัญญาเลิศตามคำจำกัดความที่ทางโรงเรียนหรือผู้ที่รับผิดชอบทางการศึกษาดกลงกัน

2.2 การทดสอบทางจิตวิทยา

การทดสอบทางจิตวิทยาส่วนมาเป็นการทดสอบสติปัญญา

2.3 พิจารณาจากผลการเรียน

2.4 การทดสอบความคิดสร้างสรรค์

2.5 การทดสอบด้านบุคลิกภาพ

2.6 ข้อมูลอื่นๆ ที่ช่วยคณะกรรมการในการตัดสินใจในการคัดเลือกเด็ก

ปัญญาเลิศ

ศรียา นิยมธรรม (2541 : 389-392) ได้กล่าวถึงกระบวนการเสาะหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 วิธีเสนอชื่อโดยผู้ใกล้ชิดและรู้จักชื่อเด็ก

ขั้นที่ 2 การคัดแยกอย่างเป็นทางการโดยใช้เครื่องมือคัดแยกตามหลักวิชาการซึ่งเป็นเครื่องมือซึ่งง่ายและรวดเร็ว

ขั้นที่ 3 ขั้นวินิจฉัย ใช้เครื่องมือเป็นทางการเพื่อทดสอบความสามารถเฉพาะด้านของเด็กอย่างละเอียด ลึกซึ่งขึ้นกว่าขั้นที่สองและขั้นแรก

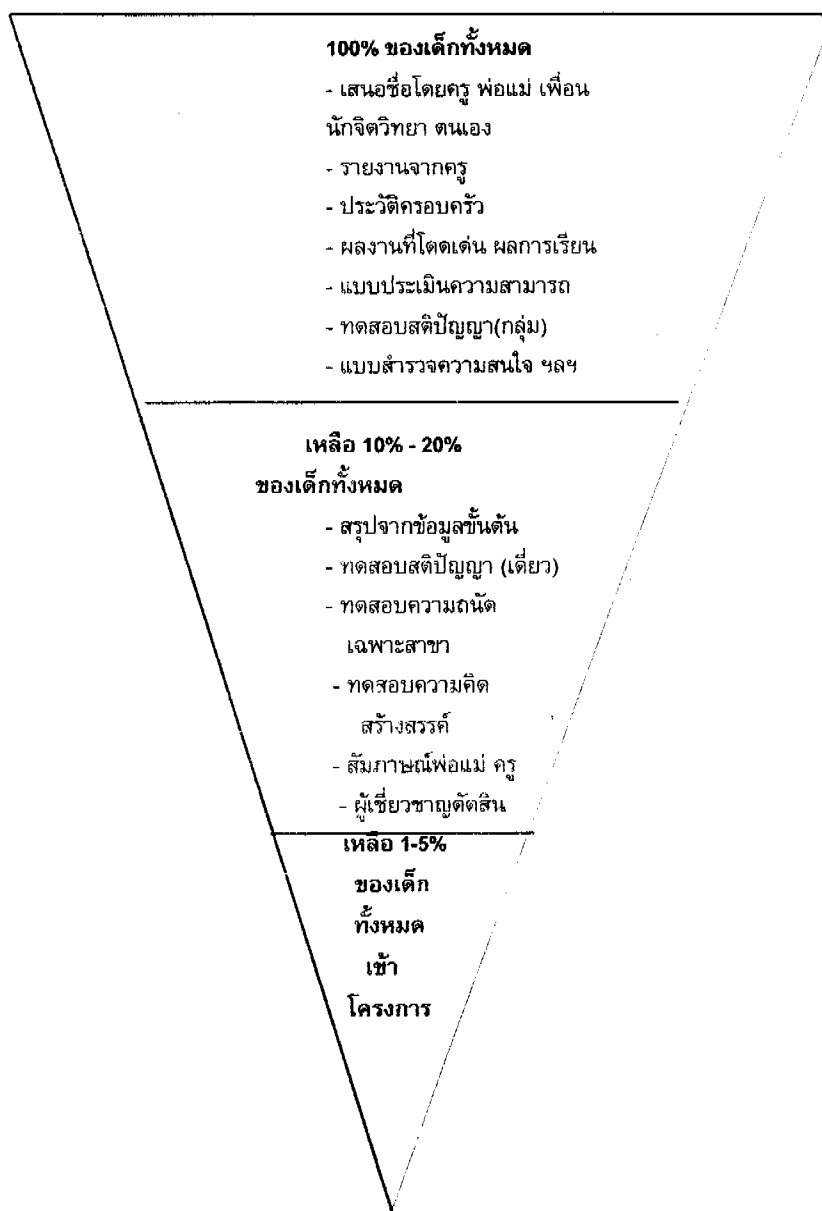
อุษณีย์ โพธิสุข (2541 : 38-39) กล่าวถึงแนวทางในการเสาะหาอัจฉริยภาพของเด็กที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติปัจจุบัน คือ

1. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอน
2. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือและวิธีการเหมาะสมกับแววของเด็ก

เด็ก

3. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่ไม่ลำเอียงกับเด็กกลุ่มใดเป็นพิเศษ
4. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอนมีข้อมูลหลายด้านประกอบ

แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการสำรวจหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ



ภาพประกอบ 2 แสดงการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

(อุษณีย์ โพธิ์สุข. 2540 : 39) ปรับปรุงมาจากแนวคิดตาม Model ของ Clark (1992)

ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม (2531 : 53) ได้แสดงขั้นตอนของการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้คือ

ขั้นแรก คือ ขั้นเสนอชื่อ (Nomination) ใช้การเสนอชื่อ โดยผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับเด็ก เช่น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูผู้สอน ครูประจำชั้น เพื่อนฝูงและตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นคัดแยกอย่างหยาบๆ (Screening) เป็นเกณฑ์การคัดแยกตามหลักวิชาการ (formal method) เป็นเครื่องมือซึ่งใช้ง่ายๆ และรวดเร็ว ผู้ใช้ต้องมีความชำนาญในการใช้พอสมควร

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้เครื่องมือทางวิทยาการ (Formal method) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านต่างๆ ของเด็ก

1.4 ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 21) ได้กล่าวถึงสภาพปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่ประสบอยู่ในปัจจุบันคือ

1. คนทั่วไปเข้าใจผิดว่าพวกเขาไม่ต้องการความช่วยเหลือใดๆ เพราะช่วยตัวเองได้อยู่แล้ว

2. ขาดความเข้าใจในศักยภาพอันมีค่าของตนเอง ทำให้เด็กจำนวนมากใช้เวลากับชีวิตของตนเองให้สูญเปล่าเสียหาย

3. การไม่ได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับพวกเขา เพราะหลักสูตรส่วนใหญ่เขียนไว้มิใช่เพื่อเด็กส่วนใหญ่ แต่เป็นหลักสูตรที่พยายามคำนึงถึงสิ่งที่วัดได้ ในทางพฤติกรรมภายนอกที่สามารถแสดงออกได้ ความสามารถพิเศษของเด็กส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่วัดไม่ได้จากแบบทดสอบ

4. ขาดองค์กรที่ให้การสนับสนุนและศึกษาเด็กพวกนี้อย่างจริงจังเพราะมีเหตุผลมาจากปัญหาข้อที่ 1

5. เด็กมีความคับข้องใจ สิ้นหวังกับระบบการศึกษา จึงพบว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษส่วนมากเลิกเรียนกลางคัน

6. ขาดการชี้แนะที่ดี เด็กมักกลายเป็นคนสร้างปัญหาให้กับสังคม ติดสิ่งเสพติดมีเมมา เพื่อบรรเทาความล้าและสับสน

7. เด็กส่วนใหญ่ถูกสอนให้มุ่งมั่นอยู่แต่วิชาการ สอบไล่ได้คะแนนเป็นเยี่ยมระดับเกียรตินิยม ให้ได้รับเหรียญตรา คนส่วนใหญ่จึงเข้าใจว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือคนที่เรียนเยี่ยม สอบคะแนนดี มีคะแนนเขาวนปัญญาสูง ซึ่งที่จริงแล้วเด็กเรียนดีอาจไม่เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ แต่เด็กที่สอบตกซ้ำแล้วซ้ำอีกอาจเป็นเด็กอัจฉริยะบุคคล (อุษณีย์ โพธิสุข : 2537 : 21 ; อ้างอิงมาจาก ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม. 2531)

8. ขาดบุคลากรที่เข้าใจในเรื่องนี้อย่างแท้จริง โรงเรียนควรให้ ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของลูกด้วย

นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้ว อุษณีย์ โพธิสุข (2542 : 33-35) ยังได้ตระหนักถึงสภาพปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษอีกว่า

1. รู้สึกเบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจกับบทเรียนที่ซ้ำอืดอาดยืดเยื้อไม่ท้าทาย
2. เด็กมีความกลัวความกังวลว่าจะทำอะไรผิดพลาดแล้วใครๆ ก็จะไม่ให้อภัย
3. รู้สึกอายที่ไม่ได้ทำสุดความสามารถ
4. รู้สึกโดดเดี่ยวเดียวดายและรู้สึกว่าตัวเอง “แตกต่าง” จากเพื่อนๆ และไม่สามารถจะเข้ากับเพื่อนวัยเดียวกันได้ดี

5. รู้สึกคับข้องใจเมื่อคิดว่าตัวเองทำดีแล้ว แต่ทำไมคนอื่นกลับมองเป็นเรื่องตลก

6. รู้สึกเกร็ง หากมีคำถามหรือปัญหาที่ทุกคนคาดหวังคำตอบจากตัวเด็ก

7. ตื่นเต้นเมื่อทำงานเสร็จอย่างดีแล้วมีคนสนใจ

8. รู้สึกเสียใจเมื่อความต้องการของตนไม่มีใครสนใจ

9. ความรู้สึกเครียดน้อยลงเมื่อทำคะแนนได้ดี

10. รู้สึกภูมิใจเมื่อสามารถเข้าใจในสิ่งที่คนอื่นไม่เข้าใจ

11. รู้สึกกดดันหากถูกคาดหวังให้เป็นที่ยอมรับ

12. รู้สึกเบื่อหน่ายที่จะเล่นกับเพื่อนที่มีความสนใจในคนละเรื่อง

13. รู้สึกตนเองไม่มีคุณค่า

14. รู้สึกถึงความลำบากในการปรับตัวกับสังคมและคนรอบข้าง

15. รู้สึกอยากเป็นอิสระที่ได้คิดและได้ทำอะไรให้ต่อเนื่องไม่ใช่ถูกควบคุมด้วยเวลา

พิชاجر แปลงประสพโชค (2540 : 2-3) ได้นำเสนอปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เมื่อพิจารณาหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ ของไทยในปัจจุบันปรากฏว่า หลักสูตรไม่ได้ตอบสนองธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อีกทั้งไม่ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะหลักสูตรปกติในโรงเรียนมีข้อจำกัดทางเนื้อหาและวิธีการซึ่งจัดไว้สำหรับเด็กทั่วไป มิได้เปิดโอกาสให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางได้สำรวจค้นคว้าได้ตามความสนใจ ปัจจุบันเด็กในโรงเรียนกำลังเป็นเด็กที่ประสบความสำเร็จต่ำกว่าความสามารถตามศักยภาพจริง เด็กหลายคนอาจมีสติปัญญาสูงมากแต่ทำอะไรไม่ได้ดีสักอย่าง อาจแสดงออกในทางไม่สบอารมณ์ผู้ใหญ่ ไม่ได้รับความรักความเมตตาและความปลอดภัยทางจิตใจ ซึ่งเป็นพื้นฐานทางด้านจิตใจทำให้ไม่สามารถตั้งสมาธิในการเรียน ทำอะไรนิสัยจับจด ไม่ใส่ใจการเรียนเท่าที่ควร และในที่สุดแว้วอัจฉริยะของเขาเหล่านั้นอาจลบลบเลือนไม่มีโอกาสฉายแสงอีกเลย

นอกจากนี้สังคมรอบตัวเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ส่งผลกระทบต่อโลกของเด็กได้แก่ความมุ่งหวังของพ่อแม่ผู้ปกครอง แรงกดดันจากเพื่อนร่วมห้อง ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียน ความเสมอภาค วัฒนธรรม เชื้อชาติและความแตกต่างทางเพศ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Bruni and others. 1987) กาลเบรียท (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Galbraith. 1985) ได้วิจัยพบข้อขัดข้องใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษดังนี้

1. ไม่มีอธิบายเลยว่าความเป็นอัจฉริยะที่แท้จริง เกี่ยวกับอะไรชอบปิดเป็นความลับอยู่รำไป
2. งานหรือแบบฝึกหัดที่โรงเรียนง่ายเกินไปหรือน่าเบื่อ
3. พ่อแม่ครู และเพื่อนชอบตั้งความหวังให้เราเก่งพร้อมเป็นคนสมบูรณ์พร้อมไปทุกสิ่ง
4. คนร่วมชั้นถากถางว่าเราอยากดัง
5. เพื่อนๆ ที่เข้าใจเรามีน้อยและมักอยู่ไกลกัน
6. เราแตกต่างจากคนอื่น เราอยากให้คนอื่นเข้าใจสภาพของเรา
7. รู้สึกว่ามีสิ่งที่ต้องการทำล้นเหลือจริงๆ
8. เรากังวลว่ามีปัญหาในโลกปะดังมามากเหลือเกิน และรู้สึกไร้ความหวังที่จะใครช่วยแก้ปัญหาได้

จากการวิจัยของนักจิตวิทยาชื่อ ฮอลลิงเวิร์ธ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงมาจาก Hollingwort. 1975) พบปัญหาของเด็ก IQ สูงมากๆ ตั้งแต่ 180 ขึ้นไปว่า เด็กสับสนและรู้สึกกระวนกระวาย กับกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนปกติ ต้องอาศัยการแนะแนวและการจัดหลักสูตรพิเศษช่วย

แม้ว่ามีความเป็นไปได้ที่เราจะหล่อหลอมบุคคลเหล่านี้ให้ใช้ศักยภาพสูงสุดของตนช่วยคนและสังคมที่มีอยู่ขณะนี้เราเผชิญปัญหายุ่ยาก 2 ประการที่เกิดทัศนคติของสังคมและปัญหาในวงการของเรื่องความสามารถพิเศษจะดังนี้

1. การมองว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีสถานภาพทางเศรษฐกิจ และสังคมดีอยู่แล้วมีข้อได้เปรียบมากมาย เช่น มีโอกาสในการเลือกศึกษามากกว่า มีโอกาสได้เรียนลึกซึ้งได้ตามความสนใจ และได้รับการส่งเสริมสติปัญญา

2. มีเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่บกพร่องเป็นจำนวนมากเกินไปที่ถูกมองข้ามเป็นการสูญเสียศักยภาพของมนุษย์ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Whitmore. 1986)

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ทำให้เราทราบถึงความต้องการของเด็ก โดยสภาพปัญหาของเด็กแต่ละคนล้วนแตกต่างกันออกไป

ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จึงควรที่จะศึกษาถึงต้นตอของสภาพปัญหาที่แท้จริงเพื่อที่จะได้ตอบสนองถึงความต้องการของเด็กได้อย่างถูกต้อง เพื่อรักษาเด็กที่มีคุณภาพของประเทศให้เป็นมันสมองที่ดีต่อไป

1.5 ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากงานของโอกลิวี่ (พิซากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงมาจาก Ogilvie. 1973) และวัสสา (พิซากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงมาจาก Vassar. 1977) เกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ สามารถกล่าวโดยรวมน่า

1. ต้องการติดต่อสัมพันธ์กับเพื่อนระดับสติปัญญาปานกลาง และที่มีความสามารถใกล้เคียงตนเอง
 2. ต้องประสบการณ์ที่ท้าทายความสามารถ ไม่ว่าจะในประสบการณ์เหล่านั้น ตน จะแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่
 3. ต้องการคำแนะนำมากกว่าการเสนอเนื้อหา ในกรณีเนื้อหาสาระลึกซึ้ง
 4. ต้องการผ่านระดับการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานอย่างรวดเร็ว และใช้ทรัพยากรความรู้ในขั้นก้าวหน้า
 5. ต้องการมีเส้นทางวิจัย หาความรู้ด้วยตนเอง
 6. ต้องการให้ปฏิบัติต่อตนเองเหมือนคนอื่น
 7. ต้องการทำความเข้าใจและพัฒนาใช้ความคิดระดับสูง
- อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 22-23) ได้ให้ความเห็นว่าจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพราะว่ามีใครเข้าใจพวกเขาและเด็กเหล่านี้มีความต้องการคือ

1. ต้องการการเรียนการสอนที่ท้าทายต่อศักยภาพและความสามารถของเขา
2. ต้องการงานที่ซับซ้อนและยากกว่าระดับปกติ
3. ต้องการใช้เวลาในสิ่งที่เขาเชี่ยวชาญน้อยกว่าเด็กคนอื่น ๆ และเขาสามารถทำเสร็จเร็วกว่า แต่ต้องการเวลาที่เหลือหรือเวลาออกเหนือไปจากนั้นทุ่มเทให้กับสิ่งที่ลึกซึ้งกว่าที่เคยสอนอยู่ทั่วไป
4. ต้องการการยอมรับจากคนอื่น ๆ
5. ต้องการคบหาเพื่อนวัยเดียวกัน และเพื่อนต่างวัยที่มีความสามารถทางสติปัญญาทัดเทียมกัน หรือคบคนที่สูงกว่า หรือคนที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกับเขา
6. ต้องการโอกาสที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถภายใน
7. ต้องการโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถพื้นฐานและสิ่งที่ตนเองสนใจ

3. ต้องการใช้เวลาในสิ่งที่เขาเชี่ยวชาญน้อยกว่าเด็กคนอื่น ๆ และเขาสามารถทำเสร็จเร็วกว่า แต่ต้องการเวลาที่เหลือหรือเวลานอกเหนือไปจากนั้นทุ่มเทให้กับสิ่งที่ลึกซึ้งกว่าที่เคยสอนอยู่ทั่วไป

4. ต้องการการยอมรับจากคนอื่น ๆ

5. ต้องการคบหาเพื่อนวัยเดียวกัน และเพื่อนต่างวัยที่มีความสามารถทางสติปัญญาทัดเทียมกัน หรือคบคนที่สูงกว่า หรือคนที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกับเขา

6. ต้องการโอกาสที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถภายใน

7. ต้องการโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถพื้นฐานและสิ่งที่ตนเองสนใจ

8. ต้องการคำปรึกษาจากผู้ที่เป็นที่พึ่งได้

1.6 โปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การจัดโปรแกรมให้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีนักวิชาการที่เชี่ยวชาญในเรื่องเด็กพิเศษหลายท่านโดยมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า การจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ สามารถจัดได้หลากหลาย ดังนี้ คือ (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2540 : 50-57 ; ผดุง อารยะวิญญู, 2531 : 12 ; อารี รังสินันท์, 2529 : 38-40)

1. โปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) เป็นการจัดการศึกษาแบบขยายกิจกรรม หรือเพิ่มเนื้อหาให้กว้างและลึกซึ้งกว่าที่มีอยู่ในปกติ โดยมีหลักในการจัดโปรแกรม ดังนี้คือ

- เนื้อหาจะยากกว่าหลักสูตรกระทรวงทั้งในแนวลึกและแนวกว้าง
- โยงโยกกันหลายๆ วิชา
- ให้เด็กได้มีส่วนร่วมในการเลือกสิ่งที่จะเรียน
- เน้นกระบวนการคิดระดับสูง

อาจทำได้โดยมอบหมายงานให้เด็กทำงานเพิ่มเติมพิเศษ การให้เรียนพิเศษนอกชั้นเรียน เช่น ดนตรี ศิลปะ เป็นต้น

2. โปรแกรมลดระยะเวลาการเรียน (Acceleration) เน้นโปรแกรมการจัดที่มีการยืดหยุ่นทางการศึกษา สำหรับเด็กที่มีความพร้อมและศักยภาพที่จะเรียนได้มากกว่าระดับอายุ โดยการจัด ดังนี้คือ

- ให้เข้าเรียนก่อนเกณฑ์อายุ ในกรณีเด็กที่มีความพร้อมสูงมาก
- การเรียนข้ามชั้น คือให้เด็กข้ามชั้นจากข้อหนึ่งไปเรียนในชั้นที่สูงขึ้นไปอีก

1 ชั้นหรือ 2 ชั้น ตามศักยภาพ

- ให้เรียนในชั้นที่สูงกว่า บางวิชา
- ให้ทำงานในชั้นที่สูงกว่าแต่เด็กยังอยู่ในชั้นเรียนเดียวกับเพื่อน

6. โปรแกรมห้องเสริมวิทยาการ (Resource Room) นักเรียนเข้ามาห้องนี้เพื่อศึกษาเพิ่มเติม จากสื่อหลากหลายเป็นการเสริมประสบการณ์พิเศษ นอกเหนือจากในชั้นเรียน

7. โปรแกรมโครงการพิเศษ (Special Project) นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากรู้เห็นในสิ่งต่าง ๆ ให้จัดทำโครงการเพื่อศึกษา หาคำตอบด้วยตนเอง

8. โปรแกรมภาคฤดูร้อน (Summer Program) เป็นกิจกรรมเสริมพิเศษที่จัดขึ้นในช่วงปิดภาคเรียน โดยมีกิจกรรมตามจุดประสงค์ที่จะเสริมให้กับนักเรียน

จากรายงานการวิจัยประกอบการร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่ อุษณีย์ โพธิสุข (2541 : 41-42) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า

1. จัดโครงการวันเสาร์ และระหว่างปิดภาคเรียน
2. ทำโครงการพิเศษ อาทิ โครงการวิทยาศาสตร์
3. ย่นเวลาเรียนบางวิชา/บางชั้นเรียน
4. เรียนภาษาอื่น หรือสาขาที่เด็กสนใจ เรียนเฉพาะให้ลึกซึ้งมากขึ้น
5. แนะนำเสริมความสามารถ
6. จัดชมรม หรือกลุ่มที่มีความสามารถและความสนใจใกล้เคียงกัน
7. จัดการศึกษาเฉพาะรายบุคคล
8. จัดโครงการพิเศษ อาทิ โอลิมปิก โครงการค่าย ฯลฯ
9. จัดโครงการฝึกทักษะความคิดระดับสูง ความสามารถทางสังคมภาษาที่สองและ

การเรียนรู้ด้วยตนเอง

10. จัดโครงการเสริมความก้าวหน้า โดยให้เรียนสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้นหรือให้เรียนในชั้นที่สูงกว่าในบางวิชา

11. จัดการศึกษาเฉพาะเรื่อง
12. จัดห้องศูนย์วิทยาการ
13. การแข่งขันประกวดต่าง ๆ
14. การพัฒนาศูนย์สื่อการเรียนด้วยตนเอง
15. ฝึกให้เด็กเป็นผู้สอน
16. จัดห้องเรียนพิเศษในบางวิชา
17. จัดโรงเรียนพิเศษ (ในขณะนี้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก)

การใช้วิธีการทางการศึกษาที่ดี ไม่ควรยึดวิธีการเดียว เพราะทำให้เกิดสภาพการศึกษาที่แข็ง ไม่ยืดหยุ่นตามความต้องการ หรือสภาพความเหมาะสมของเด็ก การกำหนด

เลือกใช้วิธีการทางการศึกษา จึงเป็นกระบวนการไม่ตายตัว มีการปรับเปลี่ยนตลอดเวลา (Dynamic Process) และควรใช้ยุทธวิธีหลายอย่างในโครงการเดียวกัน

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

พิซากร แปลงประสพโชค (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และศึกษาว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษดังกล่าวสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรได้ภายใน 70 ชั่วโมงหรือไม่ รูปแบบกิจกรรมจะใช้กิจกรรมสามเส้าของเรนนูลี (Renzulli's Enrichment Triad Model) โดยให้เรียนในภาคฤดูร้อน โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้เฝ้าต่อการเรียนรู้ ทั้งเสริมมุมทรัพยากรความรู้ (resource corner) ด้วย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในกรุงเทพและปริมณฑล จำนวน 10 คนคัดมาจากนักเรียน 72 คน ผลการทดลอง ปรากฏว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้ครบหลักสูตรและสอบผ่านข้อสอบอิงเกณฑ์ทุกฉบับภายใน 70 ชั่วโมง ได้คะแนนเพิ่มจากการสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีเจตคติลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เนื่องจากความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์

นิตติยา ปภากจน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมกับความสามารถที่แท้จริงของเด็ก โดยเลือกสรรเนื้อหา วิธีการ จัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ เวลา และการวัดประเมินผล บนพื้นฐาน ความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 17 คน โดยใช้หลักสูตรเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) และดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out Program) ให้มาเรียนในช่วงปิดภาคเรียน โดยเรียนทุกวัน (เว้นวันหยุด) ผลปรากฏว่า เนื้อหาของหลักสูตรมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนมากที่สุด ส่วนความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบหลักสูตรมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี ผลการใช้หลักสูตรปรากฏว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .0005 และเด็กมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางดี

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณ์ญาณ

2.1 ความหมายของการคิดวิจารณ์ญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณไว้หลายลักษณะ ซึ่งแตกต่างกันไปตามมุมมองในการพิจารณาของแต่ละบุคคลเพราะค่านิยมและธรรมชาติของการคิดขาดการยอมรับของคนทั่วไป และเมื่อพิจารณากระบวนการคิดในแต่ละครั้งมักพบว่าต้องประกอบด้วยสิ่งที่จะคิดหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะคิด วิธีการคิดและจุดมุ่งหมายของการคิดที่แตกต่างกัน ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

อนนิส (Ennis) ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจสภาพการณ์ได้ถูกต้อง (Demo. 1991 : 130 ; citing Hilgard. 1962 : 12 ; Ennis. 1985 : 46)

ดิวอี้ (Dewey) ได้เสนอความหมายของการคิดวิจารณ์ญาณไว้ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง และอธิบายขอบเขตของการคิดวิจารณ์ญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

กู๊ด (Good) ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อมูลสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins) ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐานเพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล และตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล(ชานวณ: เอี่ยมสำอางค์. 2539 : 51 - 52 ; อ้างอิงมาจาก Dewey.1933 : 9 ; Good. 1973 : 680 ; Hudgins. 1977 : 173 - 206)

คอสตา (Costa) ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง กระบวนการใช้ทักษะการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้บุคคลมีความสามารถ ประเมินผลและตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ

ทักษะการคิดที่กล่าวมาข้างต้นหมายถึงการเปรียบเทียบความแตกต่าง (Contrasting) การคาดเดา (Predict) วิธีการอุปนัย การสรุปนัยทั่วไป การพิจารณากรณีเฉพาะ (Generalizing) การจำแนก การจัดจำพวก วิธีการนรนัย การหยั่งเห็น การหา

กฎเกณฑ์ของลำดับ การเรียนลำดับเหตุการณ์หรือเหตุผล การปรับให้สมเหตุสมผล การพิสูจน์ การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ การประเมินผล การหารูปแบบ (พิชากกร แปลงประสพโชค. 2540 : 16 อ้างอิงมาจาก ; Costa : 1985)

รัสเซล (Russel) ให้ความหมายการคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง การคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องพิจารณาตัดสินใจเรื่องราวต่างๆว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

ฮันกิน (Hunkin) ให้ความหมายการคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง การกระทำด้านการคิดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์และประเมินผลของข้อมูล (วรรณ บัญฉิม. 2541 : 11 - 12 ; อ้างอิงมาจาก Russel. 1956 : 281 - 282 ; Hunkin. 1962 : 337)

อมร สัมปนาทร ให้ความหมายการคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง ความคิดไตร่ตรองใช้เหตุผล ความรู้ และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจอย่างรอบคอบ ถูกต้องเหมาะสม และนำไปใช้ประโยชน์ได้ (อมร สัมปนาทร. 2530 : 10)

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานูร์กีษ์. ให้ความหมายการคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏโดยใช้ความรู้ความคิดประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานูร์กีษ์ 2537 : 8)

วินัย คำสุวรรณ ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดพิจารณาญาณไว้ว่า หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล โดยใช้ความตื่นตัวในการสังเกต การวิเคราะห์ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง เพื่อนำไปสู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล (วินัย คำสุวรรณ. 2538 : 4)

จากความหมายของการคิดพิจารณาญาณดังกล่าว สรุปได้ว่าการคิดพิจารณาญาณ หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล คำนิยามดังกล่าวแสดงให้เห็นลักษณะสำคัญของ การคิดพิจารณาญาณว่าประกอบด้วยสิ่งที่คิด จุดมุ่งหมายในการคิดและกระบวนการคิด สิ่งที่จะคิด หมายถึง ข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่มีความคลุมเครือ จุดมุ่งหมายในการคิด หมายถึง การคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลกระบวนการคิดเป็นการคิดที่ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือตามกระบวนการ

2.2 กระบวนการคิดพิจารณาญาณ

เมื่อพิจารณาจากคำนิยามของการคิดพิจารณาญาณที่เสนอมานี้จะเห็นได้ว่า

การคิดวิจารณ์ญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดนับตั้งแต่การเผชิญปัญหาจนถึงลงสรุป และประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา การพิจารณากระบวนการคิดวิจารณ์ญาณจึงเป็นการหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการคิดที่ประกอบกันเป็นการคิดวิจารณ์ญาณว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไร ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดที่บุคคลต่างๆ ได้เสนอไว้เพื่อสังเคราะห์ว่ากระบวนการคิดวิจารณ์ญาณประกอบด้วยกระบวนการใดบ้าง ดังต่อไปนี้

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดวิจารณ์ญาณไว้ว่า ประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้ และทักษะในเรื่องต่อไปนี้

1. การอุปนัย
2. การระบุสมมติฐาน
3. การอุปมาน
4. การตีความ
5. การประเมินการอ้างเหตุผล

เอนนิส (Ennis) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณไว้ว่า

1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. ตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

เดอคาโรล (Decaroil) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณไว้ว่าประกอบด้วย

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความ และการกำหนดเกณฑ์

2. การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์

3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุ และผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติ

จอห์นดี. รอสและแคร์ทีรินเอ็ม . รอส (John D. Ross and Catherine M . Ross) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณไว้ว่าดังนี้

1. อุปมาอุปไมย เป็นการวัดความสามารถของเด็กในเรื่องของการหยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์
2. การอนุมาน เป็นการวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่า ประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด
3. หลักฐานที่หายไป เป็นการวัดความสามารถในการคัดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไป เพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมานของตรรกศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน
4. ความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม เป็นการวัดความสามารถด้านการศึกษาข้อมูลและสังเคราะห์ ด้านตรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง
5. การสังเคราะห์ลำดับ เป็นการฝึกให้นักเรียนสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง
6. ยุทธวิธีไขปัญหา เป็นส่วนที่ประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลของคำถาม ข้อมูลที่มีส่วนต่างๆที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่างๆที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสรุปความขั้นตอนนี้เป็น การวัดความสามารถของนักเรียนในการประเมินค่าของข้อมูลและนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพที่สุด
7. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น จะประกอบไปด้วย ข้อมูลต่างๆและปัญหาต่างๆที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็นและกับที่ไม่ชัดเจนและไม่ตรงประเด็น ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหา ส่วนนี้จะวัดความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและมีวิจารณ์ญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน
8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ ในส่วนนี้จะประกอบด้วยรูปแบบที่เหมือนกันหรือที่คล้ายคลึงกันและหลากหลายลักษณะหรือมีสัญลักษณ์ประจำตัวที่พิเศษซึ่งบรรจุอยู่ในรูปแบบต่างๆ ในส่วนนี้จะวัดความสามารถของเด็กนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบ , การตัดสินใจอย่างมีวิจารณ์ญาณ , การใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าลักษณะใดหรือสิ่งใดที่ถูกต้อง

2.3 ทักษะการคิดที่ส่งเสริมการคิดวิจารณ์ญาณ

ในส่วนของการคิดวิจารณ์ญาณ นักการศึกษาได้กำหนดทักษะการคิดไว้ให้สอดคล้องกันดังนี้

วัตสัน และเกตเซอร์ (Watson and Glaser) ได้กล่าวถึงทักษะ 5 ประการ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณคือ

1. การวินิจฉัย (Inference)
2. การคาดการณ (Assumptions)
3. การอนุมาน (Deductions)
4. การตีความ (Interpretations)
5. การประเมินผล (Evaluation)

สกินเนอร์ (Skinner) กำหนดว่า ทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ ประกอบด้วย ทักษะในการคิดต่อไปนี้

1. การวินิจฉัย (Inference)
2. การคาดการณ (Assumptions)
3. การอนุมาน (Deductions)
4. การตีความ (Interpretations)
5. การประเมินข้อสรุปอย่างรอบคอบ (Critical Evaluation of Arguments)

นอกจากนี้แล้วทักษะการคิดวิจารณ์ญาณต้องอาศัยทักษะการทำความเข้าใจ (Comprehension) การประยุกต์ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินผล (Evaluation)

สเติร์นเบิร์กและบาร์อน (Sterberg and baron) ได้กำหนดทักษะการคิดวิจารณ์ญาณไว้ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจ (Define and Clarify)
 - กำหนดประเด็นและปัญหา
 - กำหนดข้อสรุป
 - กำหนดเหตุผล
 - กำหนดข้อคำถามให้เหมาะสม
2. การเลือกสรรข้อมูล
 - เลือกข้อมูล และสังเกตได้ถูกต้อง เชื่อถือได้
 - หาคความสัมพันธ์ของข้อมูล
 - จำได้แม่นยำ
3. วินิจฉัย (Inference) แก้ปัญหา (Solve Problems) และสรุปเหตุผล

- วินิจฉัยและตัดสินใจข้อสรุปเชิงอนุมาน
- ทบทวนและตัดสินใจการอนุมานอย่างถูกต้อง
- ทำนายความน่าจะเป็นอย่างมีเหตุผล

ลิปแมน (Lipman) กล่าวว่าทักษะการคิดวิจารณ์ญาณทำให้บุคคลมีการตัดสินใจที่เที่ยงตรงมากกว่าความคิดธรรมดา ซึ่งประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

1. การประมาณค่า (Estimating)
2. การประเมินผล (Evaluating)
3. การคาดการณ (Assuming)
4. การวินิจฉัย (Inferring)
5. การวางหลักการ (Grasping Principle)
6. การหาความสัมพันธ์ (Relationship)
7. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
8. การเสนอข้อคิดเห็น (Offering the Opinions)
9. การตัดสินใจ (Making Judgment) (บำรุง ไหญ่สูงเนิน. 2536 : 26 - 28

; อ้างอิงมาจาก Watson and Glaser. 1964 ; Skinner . 1976 ; Sterberg and baron. 1985 ; Lipman. 1988)

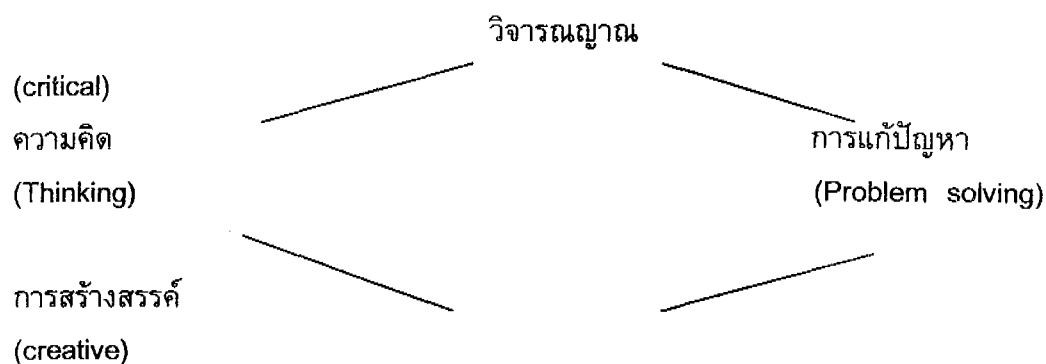
จากการศึกษาเกี่ยวกับทักษะในการคิดวิจารณ์ญาณ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปโดยการจัดเป็นกลุ่มได้ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย ทักษะทางภาษา ทักษะการสังเกต และทักษะการคาดคะเนคำตอบ
2. ทักษะการใช้เหตุผล ซึ่งได้แก่ การอุปมาน และการอนุมาน
3. ทักษะการประเมินข้อมูล ได้แก่ ทักษะการจำแนก และทักษะการเปรียบเทียบ
4. ทักษะการเลือกและการตัดสินใจ

2.4 การคิดวิจารณ์ญาณในระดับประถมศึกษา

นักจิตวิทยาและนักวิจัยทางการศึกษาพยายามที่จะวัดและค้นหาความคิดวิจารณ์ญาณของเด็กระดับประถมศึกษามานานแล้ว ผลของการศึกษาอย่างต่อเนื่องสามารถสรุปได้ว่าเด็กก่อนวัยรุ่นที่เรียนในระดับประถมศึกษา มีพัฒนาการทางความคิดและการใช้เหตุผลซึ่งเป็นลักษณะของความคิดวิจารณ์ญาณแล้ว (Hudgins .1977 ; Ruggiero. 1988 ; Fisher.1988,1992) ฟริสเซอร์ (Fisher) อธิบายว่า ความคิดวิจารณ์ญาณของเด็กระดับประถมศึกษาสามารถแบ่งออกจากความคิดของบุคคลเป็นลักษณะของกระบวนการ

การ ได้เป็นสองลักษณะ คือ วิจัยรณญาณและการสร้างสรรค วิจัยรณญาณหรือวิธีการวิเคราะห์ (analytical approach) เกี่ยวข้องกับการมองเห็นส่วนตาง ๆ ของปัญหา และ ความเกี่ยวข้องกับวิธีการตาง ๆ ในการแกปัญหา บางครั้งในทางจิตวิทยาจะเรียกรวิจัยรณญาณว่า ความคิดเอกนัย (convergent thinking) ส่วนในด้านความคิดสร้างสรรคเป็น ความคิดที่จะแกปัญหาด้วยวิธีการอันหลากหลายและแปลกใหมอาจเรียกรว่า ความคิดเอกนัย (divergent thinking) หรือความคิดแนวขาง (lateral thinking) ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการของความคิดสู่การแกปัญหา

ความคิดวิจัยรณญาณที่สามารถตรวจสอบได้จากเด็กระดับประถมศึกษาจะเกี่ยวข้องกับความร่วมมือในการไตร่ตรองจากประสบการณ์การคิดพิจารณาอย่างต่อเนื่องความร่วมมือในการอธิบายทางเลือกในการพิจารณาปัญหา การปฏิเสธบางสิ่งที่จะเกิดขึ้นจริงในสถานการณ์รอบตัวการใช้หลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจและการตระหนักถึงหลักฐานเหล่านี้ว่า จะก่อให้เกิดการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ความคิดวิจัยรณญาณเป็นการเน้นความสำคัญของความสำคัญของความต้องการที่จะพูดและทำด้วยความถูกต้องเหมาะสมประสบการณ์ความคิดวิจัยรณญาณของเด็กจะช่วยให้เขาหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนในการคิดบางอย่างได้เช่นความคลาดเคลื่อนในการรับรู้ (คิดว่าถูกเพราะบางส่วนมันถูก) ความคิดที่ยึดตัวเองเป็นหลัก (คิดว่าถูกเพราะฉันเห็นว่าถูก) การตัดสินใจน่าเชื่อถือ (เพราะมองดูแล้วว่าจะถูกต้อง) เหล่านี้เป็นต้น

เด็กจะซึมซับทัศนคติและความคิดเห็นจากผู้ใหญ่โดยตลอดอยู่แล้วธรรมชาติข้อนี้แสดงให้เห็นถึง ความสามารถของเด็กในการเรียนรู้ที่จะแสดงความสอดคล้องกับความคิดของผู้อื่นได้ ฟริสเซอร์ (Fisher.1988)จึงสรุปว่าการเรียนรู้ของเด็กที่จะนำไปสู่การคิดวิจัยรณญาณจึง หมายถึง นัยสองประการ คือ การเรียนรู้ว่าจะถามอย่างไร และเรียนรู้ว่าจะให้เหตุผลอย่างไร ผู้ใหญ่ทั่วไปมักคุ้นเคยกับการใช้คำถามของเด็ก แต่เหตุผลของเด็กออกเป็นเรื่องไม่มั่นใจสำหรับผู้ใหญ่ (Fisher . 992) อธิบายว่าคำว่าเหตุผล (reason)

สำหรับเด็กน่าจะสืบเนื่องมาจากคำว่าอัตราส่วน (ratio) ซึ่งหมายถึงความสมดุลย์ (balance) เด็กที่คิดวิจารณ์ญาณจะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาตรวจสอบอย่างรอบคอบมีการประเมินความรู้ ความคิด และชั่งน้ำหนักข้อโต้แย้ง (arguments) ก่อนจะมีการตัดสินใจอย่างสมดุล โดยใช้ปัจจัยที่กล่าวแล้วในอัตราส่วนที่เหมาะสม การเป็นผู้มีความคิดวิจารณ์ญาณจึงสอดคล้องกับการพัฒนาทัศนคติที่ดีในการใช้เหตุผล ความเต็มใจที่จะคิดอย่างท้าทาย และต้องการความจริง

ความคิดวิจารณ์ญาณของเด็กระดับประถมศึกษาเกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญ

3 ประการต่อไปนี้

1. ความพร้อมในการใช้เหตุผล (A readiness to reason) เด็กต้องการที่จะคิดและเขามีสิทธิที่จะคิดเองได้ด้วยการใช้ประสบการณ์ การส่งเสริมให้เด็กมีความพยายามในการใช้เหตุผล จึงเป็นหน้าที่ของผู้ใหญ่ที่ต้องสาธิตหรือเป็นตัวอย่างในการใช้เหตุผลตามสถานการณ์ที่แตกต่างกันเมื่อเด็กมีความพร้อมในการใช้เหตุผลจะทำให้เด็กมีทัศนคติที่ถูกต้องในการพิจารณาข้อโต้แย้ง (arguments) หรือการอ้างเหตุผลมิใช่การโต้แย้งที่เป็นเชิงทะเลาะวิวาท เด็กที่มีความพร้อมในการใช้เหตุผลจะใช้การโต้แย้งโดยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาความจริงจากการนาร่องของเหตุผล

2. ความเต็มใจที่จะคิดอย่างท้าทาย (A willingness to challenge) สัญลักษณ์อย่างหนึ่งของผู้มีความคิดวิจารณ์ญาณ คือความพร้อมที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นอย่าง ทำหายเมื่อเด็กพร้อมจะฟังความคิดของผู้อื่น เขาย่อมเต็มใจที่จะคิดและใช้เหตุผลของตนเองได้อย่างท้าทายเช่นกัน ซึ่งปัจจัยลักษณะนี้ค่อนข้างที่จะต้องใช้ความรู้สึกที่เข้มมากสำหรับเด็กความพร้อมที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นจึงต้องอาศัยการเปิดใจกว้าง (Open-mindedness) ที่ หมายถึง การเตรียมที่จะรับฟังข้อมูลหลักฐานใหม่อย่างยุติธรรม

3. การต้องการความจริง (A desire for truth) การค้นหาความจริงต้องใช้ความสงสัย (doubt) เป็นตัวช่วย ตัวอย่างการค้นหาของนักวิทยาศาสตร์คนสำคัญๆ ของโลก แนวคิดทฤษฎีต่างๆ ที่ศึกษากันอยู่ในปัจจุบันล้วนแต่เป็นการอธิบายความจริงที่มีพื้นฐาน หรือจุดเริ่มต้นจากความสงสัยทั้งสิ้น ความสงสัยกระตุ้นให้เด็กค้นหาความจริง ความต้องการความจริงให้ได้เป็นการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (วินัย คำสุวรรณ. 2538 : 14 - 16 ; อ้างอิงมาจาก Hudgins. 1977 ; Ruggiero. 1988 . Fisher. 1988 , 1992)

2.5 การพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ

การพัฒนาความคิดของผู้เรียนนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาและสามารถพัฒนาได้โดยการสอน การพัฒนาการคิดจึงเข้ามามีบทบาทในการจัดการศึกษา แต่การสอนทักษะการคิดก็ยังประสบปัญหาต่างๆ โดยครุส่วนใหญ่ในโรงเรียน

มักจะเน้นวิธีการท่องจำทำให้เด็กไม่ได้พัฒนาความคิดเท่าที่ควร เด็กไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้เมื่อประสบด้วยตนเอง ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ค้นคว้าเสนอแนวคิดและกระบวนการในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายแบบคือ

นิคเคอร์สัน (Nickerson) ได้จัดประเภทโปรแกรมการสอนการคิดเป็น 5 ประเภท คือ

1. โปรแกรมใช้ในแนวทางกระบวนการคิด ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดอันดับ การจำแนกประเภท การสรุปอ้างอิง และการทำนาย เช่น โปรแกรม Feuerstein's Instrumental Enrichment Program ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ฝึกทักษะการคิดที่แยกจากเนื้อหาวิชาโดยใช้ปัญหาในโลกความเป็นจริงซึ่งเน้นกระบวนการมากกว่าผลการศึกษา

2. โปรแกรมที่ใช้ยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหา มุ่งศึกษากลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จสูง เช่น โปรแกรมของ เซินเฟลด์ ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และโปรแกรมการทดลองกระบวนการสอนของ สายสมร ทองคำ (2533) ที่ทดลองเพื่อสร้างลักษณะนิสัยการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นในเรื่องกฎหมายกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลยุทธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติ แสดงว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

3. โปรแกรมที่ใช้แนวทางการพัฒนาความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยการสอนในโปรแกรมนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดจากการคิดเฉพาะด้านและการคิดที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้างและคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ เช่น แนวทางการสอนแบบครบวงจรที่พัฒนาโดย คาร์พลัสและคณะ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนคือการสำรวจ การคิดค้น และการนำไปประยุกต์ใช้

4. โปรแกรมที่ใช้แนวทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ เป็นแนวทางการสอนที่ผ่านทาง การเขียน หรือภาษาสัญลักษณ์ ซึ่งได้รับการส่งเสริมในรูปของหนังสือมากกว่าในโปรแกรม

5. กลุ่มที่ใช้แนวทางการสอนคิดเป็นเนื้อหาสาระสำคัญ โปรแกรมในแนวทางนี้ เชื่อว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองได้ดีขึ้นเพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังทำและคิดอะไร และต้องการรู้อะไร ซึ่งจะเป็นแนวทางให้สามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด

เอนนิส (Ennis) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดวิจารณ์ว่า ให้สอนแยกต่างหากจากเนื้อหาของวิชาที่จะนำมาสอนตามปกติในหลักสูตร เขาเห็นว่า

จุดมุ่งหมายหลักของการสอนก็คือ การสอนให้ผู้เรียนคิดวิจารณ์ญาณในเนื้อหาที่อยู่นอกโรงเรียน แต่บางครั้งอาจจะต้องใช้เนื้อหาประกอบด้วย และเขาได้เสนอแนะไว้อีกว่า

ในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ การสอนแยกเป็นสาขาวิชาหนึ่งอีกต่างหาก (มลิวัลย์ สมศักดิ์. 2540 : 53 - 59 ; อ้างอิงมาจาก Nickerson. 1984 : 26 - 36 ; Ennis. 1990 : 13 - 16)

รักเกียโอ (Ruggiero) ได้ข้อสรุปกลยุทธ์ในการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณดังต่อไปนี้

1. เน้นความมีเหตุผลดี การพัฒนาตามจุดเน้นนี้ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้เด็กรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการทำหน้าที่เกิดขึ้นแล้วว่ามีเหตุผลอย่างไรครูหรือผู้ใหญ่ที่ต้องการฝึกฝนให้เด็กมีเหตุผลดีจะต้องตั้งคำถามว่า “ทำไม” ให้เด็กได้ตอบ โดยใช้หลักฐานรองรับอยู่เสมอ

2. ส่งเสริมให้เด็กตัดสินใจด้วยตนเอง การเปิดโอกาสให้เด็กได้ตัดสินใจด้วยตนเองถือว่าเป็นการพัฒนาทักษะการคิด ความเชื่อมั่นในตัวเองและความรู้สึกที่เป็นอิสระ เด็กที่มีพื้นฐานการช่วยเหลือตนเองมาจากบ้าน เมื่อมาโรงเรียนได้รับการฝึกฝนเพิ่มเติม ให้มีกิจกรรมในการตัดสินใจด้วยตนเองมากขึ้น เด็กจะพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณอย่างรวดเร็ว

3. สร้างความสัมพันธ์ของเหตุผลในการอ่าน ผลจากการวิจัยทางการอ่านหลายเรื่อง ยืนยันในแนวคิดทำนองเดียวกันว่าในการสอนอ่านสำหรับเด็กถ้าก่อนการอ่านครูได้แสดง ปกหนังสือชื่อเรื่องแล้วซักถามนักเรียนถึงประสบการณ์เดิมของเด็กในเรื่องที่คล้ายกับชื่อเรื่องนั้นก่อนประมาณ 2-3 คำถามแล้วให้นักเรียนอ่านหนังสือ เมื่ออ่านจบแล้วครูจึงถามต่อว่าในเรื่องนี้คล้ายหรือแตกต่างกับนักเรียนอย่างไร ความสัมพันธ์ของเหตุผลในการอ่านนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณได้อีกวิธีหนึ่ง

4. อภิปรายจากการ์ตูนล้อการเมือง วิธีนี้อาจเหมาะสำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ที่มีประสบการณ์ทางด้านข้อมูลข่าวสารและติดตามได้ต่อเนื่องมากกว่าเด็กเล็ก การอภิปรายในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์รูปการ์ตูนล้อการเมืองจะช่วยฝึกให้เด็กมีทักษะการลงข้อสรุปและการประเมินความเห็นของผู้อื่น ช่วยให้เด็กรู้จักการอ้างเหตุผล และรับฟังความเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม

ฮัดกิน (Hudkins) เสนอแนวคิดการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ โดยอาศัยแหล่งที่มาของความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณคือ ผู้เรียนต้องสร้างเครื่องมือภายในใจตนเองให้เป็นคนมีเหตุผลเสียก่อน เครื่องมือนั้นคือ ข้อโต้แย้ง (argument) หรือการอ้างเหตุผลนั่นเอง ส่วน ฟริสเซอร์ (Fisher .1992) เห็นว่า การพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ

น่าจะมุ่งเน้นไปในแนวทางเดียวกับการพัฒนาการรู้คิด (cognitive development) ซึ่งประกอบด้วย 5 แนวทางคือ

1. ช่วยให้เด็กรู้จักการมอง ที่เป็นการมองรอบๆ ตัว อย่างชัดเจนและเป็นไปได้
2. ช่วยให้เด็กรู้จักเลือกในขณะที่มีสิ่งเร้ามากกระทบมากมาย เด็กอาจอาศัยตัวแบบจากผู้ใหญ่ ประสบการณ์กับหลักฐานการมองโดยส่วนตัวเป็นเกณฑ์ในการเลือก
3. ช่วยให้เด็กรู้จักวางแผน พฤติกรรมการวางแผนเป็นลักษณะที่พบได้จากเด็กทั่วไป การช่วยให้เด็กรู้จักวางแผนอยู่ที่การแนะนำให้เด็กวางเป้าหมาย ตรวจสอบแผน และแก้ปัญหา
4. ช่วยพัฒนาการควบคุมตนเอง โดยการควบคุมตนเองนี้มาจากการยอมรับ และใช้เหตุผลที่เหมาะสมเป็นหลัก
5. ช่วยพัฒนาความเที่ยงตรง ความเที่ยงตรงในที่นี้เป็นความเที่ยงตรงในการคิด และการรับรู้สถานการณ์ กิจกรรมและสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของเด็ก มีส่วนช่วยพัฒนาความเที่ยงตรงอย่างมาก (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 16 - 18 ; อ้างอิงมาจาก Ruggiero. 1988 ; Hudkins. 1977)

แบนด์แมนและแบนด์แมน (Bandman and Bandman) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้นักศึกษาเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. Feeling Model เป็นความรู้สึกประทับใจในข้อมูลที่ได้รับ จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสังเกตความไวต่อความรู้สึก มีความเข้าใจ ตื่นตัวต่อสัญญาณชีพ อากาแสดงและสนใจ ในภาวะจิตใจของผู้ป่วย นอกจากความรู้สึกดังกล่าวแล้ว ยังต้องการการหยั่งรู้เกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ
2. Vision Model เป็นรูปแบบต่อจาก Feeling Model จะมีการสร้างความคิดเพื่อจัดระบบและแปลความรู้สึก สันนิษฐานข้อมูลของผู้ป่วย มีการสืบค้นหลักการ หรือกฎที่อาจนำไปสู่การตอบสนองที่เหมาะสมระหว่างพยาบาลและผู้ป่วย
3. Examination Model รูปแบบการทดสอบหรือการตรวจสอบ ใช้ในการสะท้อนความคิด ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง รวมทั้งกฎหรือการวินิจฉัยที่ได้คิดเอาไว้ เพื่อการตรวจสอบและตรวจพินิจ (สมสุข โถวเจริญ. 2541 : 32 - 34 ; อ้างอิงมาจาก Bandman and Bandman. 1988 : 6)

ซีเจล (Siegel) ได้ชี้ถึงความจำเป็นในการสอนให้นักศึกษามีความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณเอาไว้ 3 ประเด็น ได้แก่

1. เป็นการช่วยเหลือให้นักศึกษามีความพึงพอใจในตนเอง และรู้สึกถึงอิสรภาพในการปกครองตนเอง เนื่องจากการสอนให้นักศึกษามีการคิดวิจารณ์ญาณ จะมีการ

เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการโต้ตอบอย่างกระตือรือร้น และยอมรับความคิดเห็น การตัดสินใจ หรือการประเมินของนักศึกษาที่อยู่บนเหตุผลที่ชัดเจน

2. การสอนให้เกิดการคิดวิจารณ์ญาณ จะเป็นการเพิ่มพลังอำนาจ (empower) แก่นักศึกษาในการควบคุมตนเอง ที่จะวางจุดหมายให้กับตนเอง สนับสนุนให้นักศึกษาดำเนินการแสวงหาทางเลือก

3. การสอนให้เกิดการคิดวิจารณ์ญาณ จะเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาการให้มีการใช้เหตุผล รู้จักการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ศศิธร จิตตพุทธิ 2539 : 19 - 20 ; อ้างอิงมาจาก Siegel . 1988 : 4)

เม็คติคซ์และไลแมน (Mctighe and Lyman.) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณไว้ดังนี้

1. ถามหรือเสนองานแก่ผู้เรียน
2. ปล่อยให้เวลาแก่ผู้เรียนในการคิด โดยอาศัยเครื่องมือ
 - 2.1 ใช้การถามการอภิปราย
 - 2.2 ใช้ตาราง
 - 2.3 ใช้คู่มือ
 - 2.4 ใช้ตารางการแก้ปัญหา
 - 2.5 สร้างแผนภูมิ
3. จับคู่ปรึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
4. อภิปรายกลุ่มใหญ่

เพียเจต์ ซัลลิแวล และโคลเบอร์ก (Joyce and Weil. 1986 119 - 120 ; citing Piaget, Sullivan and Kohlberg. n.d.) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. เสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. ถามให้ผู้เรียนตอบและระบุเหตุผล
3. ถามซ้ำเพื่อให้ผู้เรียนให้เหตุผลโดยใช้การถ่ายโอนได้หรือไม่ (Joyce and Weil. 1986 119-120 ; citing Piaget,Sullivan and Kohlberg n.d.)

สมุน อมรววิวัฒน์ ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. เสนอปัญหา
2. แนะนำแหล่งข้อมูล
3. รวบรวมข้อมูล
4. ทำกิจกรรมการคิด
5. สรุปประเด็นปัญหา
6. เลือกและตัดสินใจ

7. พิสูจน์การเลือกและตัดสินใจ

โกวิท ประวาลพุกษ์ ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. พิจารณาความพร้อมของผู้เรียน
2. เสนอข้อมูล
3. ผู้เรียนรับ ค้นหา เปรียบเทียบ
4. ให้การเสริมแรง

สมาลี จันท์ชลอ ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. ฝึกการคิดรายบุคคล
2. ตรวจสอบคำตอบกับเพื่อนในกลุ่ม
3. ประเมินและตรวจสอบตนเอง

เชิดศักดิ์ โฉวสินธุ์ ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. ฝึกการคิดเป็นรายบุคคล
2. ฝึกเป็นกลุ่ม
3. ตรวจสอบคำตอบ

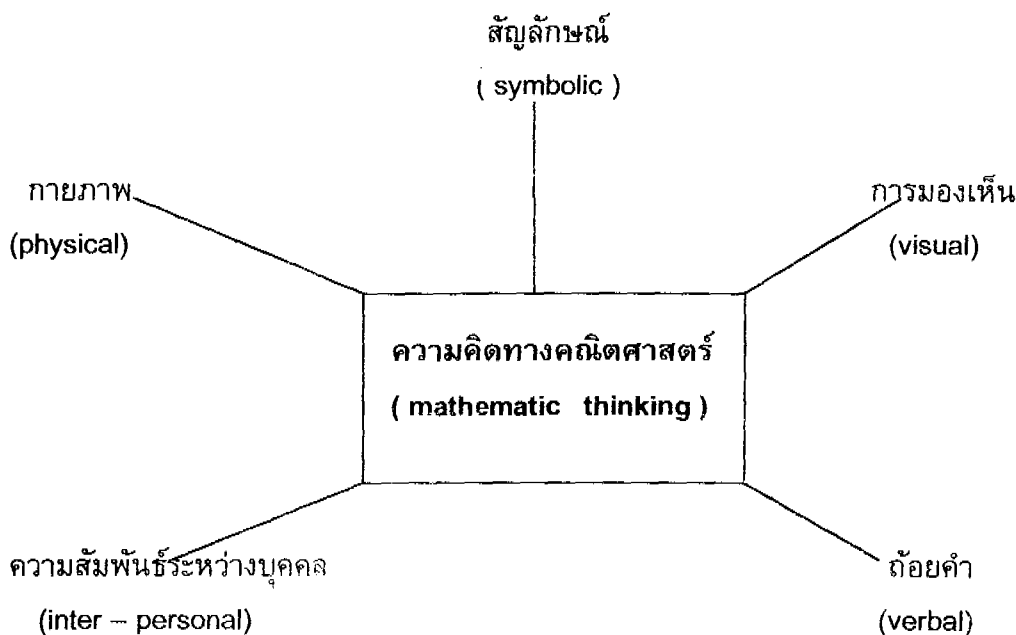
4. แนะนำแนวคิด หลักการและเหตุผลจากทำแบบฝึกนั้นๆ ไปใช้ในสถานการณ์ อื่น ๆ

สมเจตน์ ไวยาการณ์ ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ

1. ขั้นการวางแผน
 - 1.1 การสำรวจหัวข้อเนื้อหา
 - 1.2 การจัดกลุ่มและลำดับของเนื้อหา
2. ขั้นการสร้างความคิดรวบยอด
 - 2.1 ค้นหาสำคัญของเนื้อหา
 - 2.2 ค้นหาความสัมพันธ์ของคำสำคัญ
 - 2.3 ค้นหาลักษณะของคำสำคัญ
 - 2.4 ค้นหาและกำหนดขั้นตอน

2.6 ความคิดวิจารณ์ญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหามนแผ่นกระดาษและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดได้หลายแนวทางตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์ (Fisher.1992 : 208)

การใช้ถ้อยคำ (verbal) โดยผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใช้คำพูดเป็นกระบวนการของแผน การสร้างความรู้สึกละและความหมายสำหรับคนคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (inter – personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงาน ร่วมกันการสังเกตผู้อื่นการเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาด้วยกัน

กายภาพ (physical) การใช้ลักษณะทางกายภาพมาปฏิบัติในงานทางคณิตศาสตร์ โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสมการจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการ ประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อการมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและรูปทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตา การคิดในทอมนของช่องว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ


สัญลักษณ์ (symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำไปสู่การแปลความหมาย การบันทึกและทำงานเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาอาจคร่อมักจะคุ้นเคยกับเนื้อหาตามหลักสูตรซึ่ง ฟิชเชอร์ (Fisher .1992) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณออกเป็นเรื่องๆ ได้แก่ จำนวน (number) พีชคณิต (algebra) รูปทรง (shape) การวัด (measurement) การจัดการกระทำข้อมูล (data handing) และการแก้ปัญหา (problem sloving)

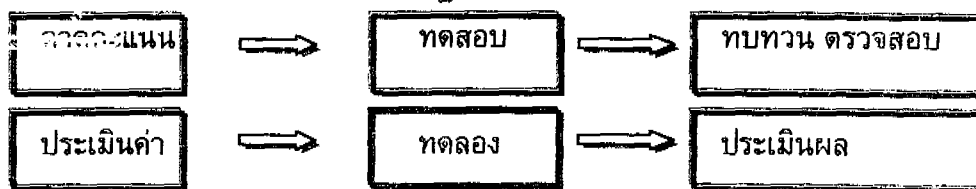
จำนวน (number) ในการเตรียมให้เด็กเกิดความคิดทางคณิตศาสตร์นักจิตวิทยาสนใจความคิดเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าการให้เด็กหาคำตอบจากการคำนวณ ดังนั้นในการคิดคำนวณจากปัญหาคำตัวเลข เด็กจะต้องอธิบายได้ว่า เขาคิดด้วยกระบวนการอะไร บางครั้งผู้สอนอาจให้คำตอบมาก่อนแล้วให้เด็กคิดว่า โจทย์ควรเป็นอย่างไรเช่นคำตอบเป็น 25 คำถามจะเป็นอะไรได้บ้าง หรือกำหนดจำนวน 0 , 2 ,3 มาให้จะเขียนจำนวนเต็มเป็นเลข 3 หลักได้กี่จำนวนอะไรบ้าง คำสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนคือคำว่า “ ถ้า แล้ว ” ซึ่งสามารถใช้เชื่อมโยงการคิดไปสู่ปัญหาชีวิตประจำวันได้ในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหาเช่น ถ้าเก็บเงินวันละ 2 บาท ในเวลา 5 วัน จะมีเงิน 10 บาท แล้วการเก็บเงินวันละ 5 บาท 2 วัน จะมีเงินกี่บาท หรืออาจเขียนในรูปสมการ เช่น ถ้า $2 \times n = 10$ แล้ว $n \times 2$ จะเป็นเท่าไร และ n จะมีค่าเท่าไร จะเห็นได้ว่าการคิดในเรื่องจำนวนนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องของพีชคณิตด้วย

พีชคณิต เป็นอีกกลุ่มเนื้อหาหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาจากการค้นหารูปแบบของจำนวน การค้นหารูปแบบเป็นการตอบสนองภายในจิตใจมนุษย์เกี่ยวกับแบบฟอร์มตามที่มีอยู่ในประสบการณ์ การค้นหารูปแบบและลำดับการศึกษาและอธิบายโดยนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลต์ (Gestalt) ซึ่งพวกเขาถือว่ารับรู้ (Perception) เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการรับรู้สิ่งใดๆ แนวโน้มในการจัดระเบียบหมวดหมู่จะมีจะอยู่ในรูปที่ดีมีความสมบูรณ์มีระเบียบกฎเกณฑ์ (regularity) มีลักษณะสมมาตร (Symmetry) ถึงแม้ในชีวิตจริงภาพนั้นจะไม่มี ความหมายแต่อย่างใด (Gredler .1992) การคิดทางคณิตศาสตร์ก็มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน คือ การค้นหารูปแบบที่มีระเบียบ สมบูรณ์ และสมมาตร สำหรับเด็กระดับประถมศึกษา มีความต้องการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนให้ได้มากๆ ประสบการณ์เหล่านี้อาจเรียกได้ว่าเป็นวิจารณ์ญาณเมื่อมีการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ตัวอย่างรูปแบบเชิงตรรกวิทยาที่กระตุ้นให้เด็กมีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เช่น การใช้ \odot เป็นสัญลักษณ์ วงกลมนี้จะบอกว่าการกระทำต่อเลขสองจำนวนอย่างไร ถ้า $3 \odot 4 = 6$ เป็นประโยคสัญลักษณ์ที่เป็นจริง เด็กจะคิดและอธิบายได้ว่า \odot หมายถึง การคูณกันของเลขสองจำนวนแล้วหารด้วยสอง นอกจากนี้การใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนก็มีความสำคัญในการคิดโดยทั่วไปมักจะใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบจำนวนที่เป็นอนุกรมว่า จำนวนต่อไปคืออะไร จำนวนใดหายไป และรูปแบบที่นักเรียนเห็นเป็นอย่างไร

รูปทรง เป็นเรื่องของเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบของเส้น พื้นที่ผิวและที่ว่างในการเรียนรู้รูปทรงจากประสบการณ์ความคิดและการวาดบน แผ่นกระดาษ เด็กต้องการการเริ่มต้น ที่มีการฝึกทักษะการวาดและรู้จักรูปแบบต่างๆก่อนอีกทั้งต้องการรู้คำศัพท์และความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น เส้นรอบวง มุมฉาก เส้นขนาน อีกด้วยการฝึกฝนให้เด็กเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงต้องให้พื้นฐานทางรูปทรงและทักษะการคิดไปพร้อมๆกัน คำถามที่ใช้ได้แก่ รูปแบบที่นักเรียนพบคืออะไร อธิบายรูปลูกบาศก์ที่พบ ดังตัวอย่าง ลูก  1 ลูก จำนวน = 1 มีด้าน = 6 มีขอบ = 12 ในกรณีที่มีลูกบาศก์ 2 ลูก , 3 ลูก , . . . นำมาเรียงต่อกัน จะใช้คำถามให้นักเรียนคิดในทำนองเดียวกันคือมีด้าน มีขอบเท่าไร

การวัด เนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับการวัดต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของนักเรียนเพราะธรรมชาติของเด็กจะไม่สนใจสิ่งที่มีคนกล่าวว่าเป็นประโยชน์แต่สนใจมากกว่าเมื่อสิ่งนั้นสนุกและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง เช่น เด็กสนใจจะวัดความยาวของบ้าน ตุ๊กตา ชั่งน้ำหนักของรถยนต์เด็กเล่น มากกว่าวัดความยาวของโต๊ะเรียนหรือชั่งน้ำหนักกระเป๋านักเรียน ดังนั้นการใส่ความคิดลงในกิจกรรมการวัดจึงต้องทำต่อเนื่องจากความสนใจของเด็ก ในการวัดทุกครั้ง ควรเริ่มจากให้เด็กได้ประเมินค่า (estimate) ลำดับที่สองคือทดสอบการประมาณค่าแล้วจึงทบทวนตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า และประเมินค่าในสิ่งที่ต้องการวัดด้วยการปฏิบัติจริง ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการใส่ความคิดในเรื่องการวัด (Fisher . 1992 : 214)

กระบวนการดังกล่าวนี้ประยุกต์มาจากระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์กระบวนการนี้เป็นเหตุผลข้อหนึ่งที่เราเรียกว่าวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็น “ ราชินีของวิทยาศาสตร์ ”

การจัดกระทำข้อมูล เป็นเรื่องที่ทำด้วยสถิติและความน่าจะเป็น เนื้อหาในระดับประถมศึกษาค่อนข้างเป็นเรื่องง่ายสำหรับเด็กเพราะเด็กเติบโตมาจาก สภาพแวดล้อมที่มีสื่อ

ทางสถิติอยู่แล้วเป็นจำนวนมาก การคิดการตัดสินใจในทางสถิติของเด็กจะพัฒนาจากประสบการณ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่นหนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ กราฟ แผนภูมิต่างๆ

การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมอง เริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหา จบลงที่การได้คำตอบ นักคณิตศาสตร์แนะนำวิธีฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพว่าต้องดำเนินการตามกระบวนการ 5 ขั้นตอนคือ 1) อ่านโจทย์ 2) สำรวจ 3) เลือกวิธีแก้ปัญหา 4) แก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ) 5) ตรวจสอบความถูกต้อง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะเน้นทางการคิดคณิตอยู่แล้วแต่การมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ต้องเริ่มที่ตัวปัญหาและมองเป้าหมายของปัญหาอย่างชัดเจนเด็กต้องรู้จักแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีใส่ความคิดจากภาษาเป็นการเขียนแผนภูมิ เขียนภาพแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ การเล่นเกม และปริศนาคำทายทางคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดวิเคราะห์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิเคราะห์

งานวิจัยในต่างประเทศ

ฮัลสเตอร์ (Halsted) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิเคราะห์ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษาเป็นเด็กนักเรียนชั้นเกรด 7 จากการวิจัยครั้งนี้มีการบ่งชี้ว่านักการศึกษาอาจจะต้องเปลี่ยนระเบียบวิธีและทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนในเรื่องของวิชาวิทยาศาสตร์เพราะการวิจัยพบว่าห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนมีผลอย่างมากในการที่จะสนับสนุนให้เด็กคิด และยังพบอีกว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ให้เด็กได้มีโอกาสสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการได้ทำงานด้วยกัน การได้ทดลองด้วยตนเองจริงๆเป็นวิธีที่ให้ประโยชน์อย่างมากต่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิเคราะห์ (บทคัดย่อ : 1999)

เซฟเฟอร์ (Shepherd) ได้ใช้วิธีการเรียนแบบไต่สวนเป็นเครื่องมือในการฝึกความคิดวิเคราะห์ในชั้นประถม 4 สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ การวิจัยครั้งนี้จะทำการสำรวจทัศนคติและการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเมื่อทำการใช้วิธีไต่สวนผลการทดลองพบว่าเด็กที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีความคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นจากการวัดโดยใช้แบบวัด Cornell . ยังพบอีกว่าในการเรียนด้วยวิธีไต่สวนนี้ทำให้เด็กซึมซับเนื้อหาได้ดีกว่าวิธีการสอนแบบปกติ และสรุปได้ว่าการใช้วิธีการเรียนแบบไต่สวนนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่จะเพิ่มในเรื่องของความคิดวิเคราะห์และทัศนคติที่ดีในการแก้ปัญหา (บทคัดย่อ : 1998)

งานวิจัยในประเทศ

ชาลิณี เอี่ยมศรี ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาารูปแบบสอบการคิดวิจารณ์ญาณที่มีคุณภาพการคิดวิจารณ์ญาณที่สร้าง เป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาทำการทดสอบ 60 นาที แบ่งออกเป็น 4 ตอน วัดความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ความสามารถในการนิรนัย ความสามารถในการอุปนัย และความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2535 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,959 คน จากประชากร 39,136 คน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. คะแนนของแบบสอบการคิดวิจารณ์ญาณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.584 ค่าความเบ้เท่ากับ -.015 และค่าความโค้งเท่ากับ -.428
2. ค่าความยากของแบบสอบ มีค่าอยู่ในช่วง .40 - .84 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง .10 - .45

3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เท่ากับ .7277 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.314 ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .6855 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.320

4. ความตรงตามโครงสร้าง โดยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบ ได้ตัวประกอบที่สำคัญ 7 ตัว ซึ่งมีค่าร้อยละของความแปรปรวนเท่ากับ 31.0 ข้อสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมากกว่า .30 จำนวน 29 ข้อ ความตรงตามสภาพ ได้จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนแบบสอบการคิดวิจารณ์ญาณกับคะแนนแบบสอบโปรแกรมสซีสนับมาตรฐาน เท่ากับ .4022 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์กับคะแนนแบบสอบไม่เข้าพวก ภาพ/ข เท่ากับ .3611 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์กับคะแนน แบบสอบถามการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .4564 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ชาลิณี เอี่ยมศรี. 3536 : บทคัดย่อ)

เพ็ญพิศุทธิ์ เนกมานุรักษ์ ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณของนักศึกษาครูตามรูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครู ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ในวิทยาลัยครู เชียงรายจำนวน 42 คน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 21 คน คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณโดยใช้ รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการพัฒนาการคิด

วิจารณ์งานโดยใช้วิธีการสอนตามปกติ แต่ละกลุ่มจะได้รับการฝึก 10 ครั้ง ๆ ละ ประมาณ 2 ชั่วโมง ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากทั้งสองกลุ่มแบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยใช้แบบทดสอบการคิดวิจารณ์งานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้แก่ การทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามผล แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 ระยะของทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์งานมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณ์งานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. นักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์งานมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณ์งานสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

3. ไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณ์งานภายหลังการทดลองกับระยะติดตามผล ของนักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณ์งาน (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ 2536 : บทคัดย่อ)

สมิต อามสุวรรณ์ ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณ์งานด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณ์งานด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล การดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณ์งานด้านการตัดสินใจ

2. การทดลองใช้โปรแกรม ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนบ้านซำใหม่ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 31 คน

3. การปรับปรุงโปรแกรม

ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

ผลการทดลองใช้โปรแกรมพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิจารณ์งานด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าเกณฑ์การประเมินหลังเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมบางส่วน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในโปรแกรม อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง และบางส่วน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในโปรแกรม อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องได้เป็นโปรแกรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณด้านการตัดสินใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (สมิต อามสุวรรณ์. 2539 : บทคัดย่อ)

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์เปิดกว้างมากขึ้น ประกอบกับราคาที่ถูกลงและความสามารถของคอมพิวเตอร์ก็มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง จึงได้มีการจัดการเรียนการสอนเกือบทุกระดับและนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานอื่น ๆ และจากผลการวิจัยในปัจจุบันพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงเป็นความคิดหนึ่งของนักการศึกษาที่สนใจนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในทุกระดับมากขึ้น

3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากคำภาษาอังกฤษ Computer Assisted Instruction และเรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้น เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะพัฒนาขึ้นในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาซึ่งอาจเป็นทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟฟิก สามารถถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8)

3.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เราสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้หลายทาง นักการศึกษาและนักเทคโนโลยีทางการศึกษา (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2531 : 194-195 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9-10 ; นางนุช วรธนวหะ. 2535 : 3-18 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187 – 191) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

1. ฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยชุดของคำถามหรือแบบฝึกหัด แบบฝึกหัดนั้นจะมีการเสริมแรงทุก ๆ คำถาม ส่วนใหญ่มักเป็นการฝึกปฏิบัติวิชาคณิตศาสตร์ การแปลภาษาต่างประเทศ การสร้างคำศัพท์กับรูปประโยค หรือ อาจจะเป็นการฝึกทักษะในด้านอื่น ๆ ที่ต้องการทำซ้ำ ๆ กัน โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะนี้ไม่ช่วยนักเรียนเฉพาะในด้านความจำอย่างเดียว แต่ยังช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักคิด เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา ถ้านักเรียนไม่รู้จักคิดหาคำตอบก็ไม่สามารถตอบคำถามนั้น ๆ ได้ ข้อดีของการเรียนประเภทนี้ก็คือ นักเรียนอาจมีบทบาทในการเลือกเนื้อหาวิชาเองโดยเฉพาะเนื้อหาที่ตนเองสนใจ เป็นการเสริมการสอนของครูและช่วยให้นักเรียนหาทักษะเพิ่มเติมจากการฝึกซ้ำ ๆ

2. เรียนทบทวน (Tutorial) เป็นการให้คอมพิวเตอร์สอนนักเรียนแทนครูในเฉพาะเนื้อหาวิชาบางตอน สำหรับนักเรียนที่เรียนไม่ทัน หรือขาดเรียนในเนื้อหานั้น ๆ โดยจะมีเนื้อหาวิชาปรากฏบนจอภาพ และมีคำถามเป็นระยะ ถ้าผู้เรียนตอบได้ถูกต้องก็จะมีการเสริมแรงในทันทีทันใด แต่ถ้าคอมพิวเตอร์ผิดก็จะมีการกลับไปทบทวนเนื้อหาที่ใหม่

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการเลียนแบบของจริงหรือสิ่งที่อยู่ในจินตนาการ ซึ่งบางครั้งอาจมีขนาดใหญ่โตเกินไปไม่สะดวกในการศึกษา หรือของบางอย่างอาจเป็นอันตราย หากเข้าไปศึกษาใกล้ชิดด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องมีการจำลองแบบให้เล็กลงด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาได้ เช่น การเรียนเรื่องขั้วเครื่องบิน การชลประทาน ภัยธรรมชาติ การเมือง เศรษฐกิจ เป็นต้น

4. เกมการเรียนการสอน (Instructional Game) ลักษณะคล้ายเกมทั่วไป คือเป็นการแข่งขันเพื่อชัยชนะ แต่เป้าหมายอยู่ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ โดยจะบรรจุเนื้อหาวิชาลงไปในเกมที่ให้นักเรียนเล่น ปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะอยู่ที่ความยากในการออกแบบโปรแกรม

5. การสาธิต (Demonstration) ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระศุกร์ ระบบสุริยะ โครงสร้างของอะตอม การหมุนเวียนของโลก เป็นต้น และสามารถทำให้น่าสนใจ เพราะมีสีที่สวยงามกว่าสีของกระดานดำ

6. การค้นพบ (Discovery) เป็นการออกแบบโดยให้ปัญหาและข้อมูลค่า ๆ แก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนค้นหาและแก้ปัญหาเองโดยวิธีลองผิดลองถูกจนกว่าจะได้คำตอบ

7. การแก้ปัญหา (Problem Solving) โปรแกรมลักษณะนี้มี 2 แบบ แบบแรกผู้เรียนจะเขียนโปรแกรมเอง โดยการระบุถึงปัญหาแล้วใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหา เช่น การคำนวณต่าง ๆ ส่วนอีกแบบหนึ่งนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เขียนขึ้นไว้ก่อนแล้ว

คอมพิวเตอร์จึงเป็นผู้ที่ช่วยแก้ปัญหาให้ เช่น คอมพิวเตอร์คำนวณให้ทั้งหมดโดยผู้เรียน กำหนดตัวแปรให้คอมพิวเตอร์

8. การใช้ทดสอบ (Test) เป็นรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น จุดประสงค์หลักเพื่อทดสอบความรู้และพิมพ์ผลการทดสอบของผู้เรียน การสอบดังกล่าว อาจเป็นการสอบก่อนการเรียนหรือหลังเรียน หรือทั้งก่อนและหลังเรียนแล้ว แต่การออกแบบหากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น ข้อสอบต่าง ๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบเพื่อสะดวกต่อการนำมาใช้งานได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูกผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด หรือแบบจับคู่ การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียนแบบสร้างสถานการณ์จำลองเข้าร่วมด้วยก็ได้

3.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฮอลล์ (Hall, 1982 :362) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอน เพื่อปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน ทำให้ครูมีเวลาสนใจเด็กเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้น
3. มีเวลาศึกษาค้นคว้าตำรา งานวิจัยและพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยในการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้คอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตร และวัสดุการศึกษา

6. เพิ่มวิชาสอน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน

7. ช่วยพัฒนางานทางด้านวิชาการ

8. ช่วยให้มีความพร้อมสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตร ตามหลักวิชาการ

9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น การฝึกฟังดนตรี

วารินทร์ รัตมีพรหม (2531 : 192-193) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนได้ตามความช้าเร็วของตนเอง ทำให้สามารถควบคุมอัตราเร่งของการเรียนได้ด้วยตนเอง
2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วด้วย
3. อาจจัดทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศที่น่าชื่นชม ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียน

ซ้ำได้

4. สามารถรวมเอาเสียงดนตรี สี สัน กราฟิกเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้ดูเหมือนของจริง และน่าเข้าใจในการทำการฝึกปฏิบัติ หรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

5. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้อย่างง่ายดาย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง

6. ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้ เพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลไว้

7. ความใหม่แปลกของคอมพิวเตอร์จะเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น

8. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้แก่ผู้เรียน

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้การเรียนมีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลาและลดค่าใช้จ่ายลง และประสิทธิผลในแง่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 39-54) ได้กล่าวถึงข้อเปรียบเทียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเทียบกับตำราเรียนไว้ดังนี้

1. ให้สีสันที่สวยงาม เมื่อคำนึงถึงต้นทุน ความยุ่งยากในการผลิต และเทคนิคการนำเสนอแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ยังมีข้อได้เปรียบอยู่มาก

2. ด้านเสียง เสียงเป็นสิ่งเร้าอย่างหนึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี คอมพิวเตอร์สามารถสร้าง เสียงระฆัง เสียงแตรรถยนต์ เสียงไซเรน เสียงเพลง ด้วยการใช้ภาษาง่าย ๆ

3. ด้านกราฟิก ผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างภาพประกอบบทเรียนได้ไม่ยากนัก และผู้เรียนก็สามารถที่จะสร้างเองได้อีกด้วย

4. ด้านการศึกษารายบุคคล นักการศึกษาส่วนมากเชื่อและเห็นค่าของการศึกษารายบุคคล เชื่อว่าหากผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจของตนเอง แล้วการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบในแง่นี้ อาจจะเสียเวลามากในช่วงของการเขียนโปรแกรมแต่โปรแกรมดังกล่าวทำสำเนาได้ตามจำนวนที่ต้องการ

5. ด้านกิจกรรมร่วม เป็นที่ยอมรับในวงการศึกษาว่าการเรียนรู้ที่ตี้นั้นผู้เรียนควรจะได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบด้านนี้ เพราะตามลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะมีโอกาสเลือกตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้

6. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ตนเองกำลังเรียน หรือกำลังพูดคุยกับใคร

คนหนึ่งที่มีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบไม่ชอบใจ สิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากจะเรียน อยากทราบว่าเฟรมต่อไปจะเป็นอะไร ถ้ามว่าอย่างไร จะชมหรือติอย่างไร

7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ ถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะนอกจากจะบอกให้ผู้เรียนได้ทราบถึงสิ่งที่ตนเองทำหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร โดยข้อมูลย้อนกลับจะแสดงผลออกมาในลักษณะของภาพ หรือเสียง และยังช่วยเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่ง

8. ด้านการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนไม่สามารถเดาได้ว่าภาพที่จะปรากฏต่อไปคืออะไร ไม่สามารถเปิดดูคำตอบได้ล่วงหน้า มีเนื้อหาอย่างไร มีเสียงหรือไม่มีเสียง สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ช่วยให้นักเรียนตั้งใจ ที่จะศึกษาในเนื้อหาที่จะปรากฏขึ้นในจอภาพ

จะเห็นว่าประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีมากมาย ซึ่งสามารถสรุปแยกเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง
2. ได้รับความสนใจของผู้เรียน เพราะนำเสนอได้ทั้งภาพและเสียง ตลอดจนมีการเสริมแรงให้ผลย้อนกลับในทันทีเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม
3. ช่วยแบ่งเบาภาระของครูผู้สอน

3.4 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นศาสตร์ที่กำลังพัฒนา และเป็นวิชาการที่ทำให้ดีและสมจริง สมจริงเหมือนครูจริง ๆ ได้ยาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงได้รับการพัฒนามาเป็นเครื่องช่วยสอน ไม่สามารถทดแทนครูจริง ๆ ได้ ปัญหาและอุปสรรคก็มีหลายด้าน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2530 : 272) ได้กล่าวถึงปัญหาด้านการบริหารไว้ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการซื้อคอมพิวเตอร์สูงและการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ใช้ค่าใช้จ่ายสูง เช่นกัน
 2. โรงเรียนไม่อาจจัดสรรงบประมาณในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ โดยเฉพาะโรงเรียนในส่วนภูมิภาค
 3. ขาดแคลนบุคลากรที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 4. ได้รับการต่อต้านจากนักการศึกษาจำนวนมาก
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 1-6) ได้กล่าวถึงปัญหาทางด้านการจัดหาซอฟต์แวร์ว่าเป็นปัญหามากที่สุด ผู้สอนจะเป็นผู้สร้างบทเรียนเอง เนื่องจาก

1. ผู้ผลิตไม่สามารถผลิตได้เนื่องจากไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
2. ผู้สอนในแต่ละวิชานั้นถือได้ว่าเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการสอน ทั้งด้านเนื้อหา

หาและเทคนิคการสอน

3. ผู้สอนจะช่วยให้เนื้อหาตรงตามหลักสูตร เพราะเนื้อหาของซอฟต์แวร์ที่ซื้อมานั้น เนื้อหามักไม่ตรงกับหลักสูตร
4. ผู้สอนถ้าสามารถสร้างเองได้ก็จะสามารถปรับปรุงเองได้ เพื่อให้เหมาะสมกับบทเรียน บทเรียนก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น
5. เพื่อให้บทเรียนนั้นมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเหมือนอยู่ในห้องเรียนจริง ๆ
6. ทำให้ความสนใจในเรื่องการพัฒนาโปรแกรมมากขึ้น เนื่องจากผู้สอนจะมีโอกาสได้เห็นข้อควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมบางส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขณะที่ใช้
7. ราคาถูกกว่าซื้อโปรแกรมสำเร็จรูป
8. ปัญหาเรื่องโปรแกรมไม่สามารถตอบปัญหาให้กับผู้เรียนจะลดลง เนื่องจากครูเป็นผู้เขียนบทเรียนเอง ก็จะเป็นผู้ตอบปัญหาที่นักเรียนมักสงสัยได้ชัดเจน

วารินทร์ รัตมีพรหม (2531 : 193) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของตัวคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีราคาลดลงเรื่อย ๆ แต่ก็ค่อนข้างสูงในการนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะประโยชน์ที่จะได้รับ และก็ยังมีปัญหาในเรื่องการบำรุงรักษาและแก้ไขเมื่อเกิดขัดข้องขึ้นด้วย
 2. การออกแบบและผลิตโปรแกรมการสอนยังล่าช้ากว่าโปรแกรมด้านอื่นอยู่มาก
 3. ยังขาดแคลนวัสดุการเรียนการสอนที่มีคุณค่าในการใช้กับคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมการสอน (Software) ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่งก็อาจใช้กับคอมพิวเตอร์อีกยี่ห้อหนึ่งไม่ได้
 4. การออกแบบโปรแกรมการสอนใช้เวลานานมาก และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดีด้วย
 5. ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งอาจทำให้โปรแกรมที่ขาดความคิดสร้างสรรค์ไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน
- ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีข้อดีมากมาย แต่ในด้านของข้อจำกัดต่าง ๆ ก็ยังมีอยู่ เช่น ขาดงบประมาณในการจัดซื้อเนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาแพง โปรแกรมที่ดีที่ตรงกับความต้องการหายากมาก และใช้เวลาในการสร้างโปรแกรม นอกจากนี้ครูยังขาดความรู้ในเรื่องการใช้เครื่องและการเขียนโปรแกรม

3.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม (Development Phase) เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้สร้างโปรแกรมผลิตโปรแกรมที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ซึ่งค่อนข้างจะมีปัญหาที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถของนักเขียนโปรแกรม และนักวิชาการช่วยกันอย่างจริงจัง ซึ่งนักการศึกษาแต่ละท่านก็ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แตกต่างกันออกไปดังนี้

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1985 : 271-277) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาโปรแกรม ที่ผู้ใช้สามารถดัดแปลงให้มีความยืดหยุ่น โดยยึดหลักของระบบการพัฒนาการสอน (Instructional System Development หรือเรียกย่อ ๆ ว่า ISD) ระบบการพัฒนาการสอนนี้ จะเน้นพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะในเรื่องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียน และระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งจะแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย (Define Purpose) สิ่งแรกต้องตั้งจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนทราบว่านักเรียนจะเรียนรู้อะไรและหลังจากจบบทเรียนสามารถทำอะไรได้ซึ่งจะต้องคำนึงถึง คือ ระดับความรู้เดิมของผู้เรียน
2. รวบรวมทรัพยากร (Collect Resource Materials) เป็นการเก็บรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เช่น ตำรา เอกสารอ้างอิง รูปภาพ ข้อมูล ตัวอย่าง โปรแกรม สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการที่จะช่วยออกแบบ
3. ประมวลความคิด (Generate Ideas) การสร้างความคิดที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บางครั้งค่อนข้างยากอาจต้องใช้วิธีระดมความคิดจากผู้อื่น ที่จะช่วยในการออกแบบ เช่น ในเรื่องที่จะสอนและวิธีสอน
4. จัดลำดับความคิด (Organize Ideas) ผลจากการระดมความคิดจะทำให้คิดออกเป็นเรื่องเป็นราว เป็นระเบียบขึ้นซึ่งจะเป็นผลให้สามารถเลือกวิธีที่จะสอนและส่วนประกอบอื่น
5. ผลิตบทเรียนบนกระดาษ (Produce Lesson Displays on Paper) ขั้นนี้ก็คือนำขั้นผลิต เป็นการออกแบบแล้วลงมือเขียนออกมาเป็นบทเรียน อาจเขียนออกมาเป็นเนื้อหาที่ยังไม่ละเอียด ในสิ่งที่จะปรากฏบนจอ เช่น เนื้อหา คำถาม ผลย้อนกลับ วิธีเรียนและการเตรียมตัวให้พร้อมในการเรียน ทั้งนี้ จะรวมถึงการเตรียมเค้าโครงของกราฟิก เช่น รูป การ์ตูน กราฟ และการเคลื่อนไหว สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ สตอรี่บอร์ด (Storyboard) ที่จะบอกขั้นตอนของการแสดงต่าง ๆ บนจอคอมพิวเตอร์ ырจรี่ ฌ ตะกั่วทุง (2531 :3) ได้เขียนลำดับของการทำงานของขั้นนี้ไว้ดังนี้

5.1 เขียนและแก้ไขเนื้อหาขั้นต้น (Primary Text)

- 5.2 เขียนและแก้ไขเนื้อหาขั้นที่สอง (Secondary Text)
- 5.3 เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard)
- 5.4 ตรวจสอบเค้าโครงที่จะแสดงบนจอ (Overlaying Display)
- 5.5 ผลงานกราฟิก (Graphics)
- 5.6 ตรวจสอบเนื้อหาและงานกราฟิก
- 5.7 จัดลำดับสตอรี่บอร์ด
- 5.8 ตรวจสอบสตอรี่บอร์ดทั้งหมด
- 5.9 ให้ผู้อื่นตรวจสอบสตอรี่บอร์ด
- 5.10 แก้ไขปรับปรุง

6. เขียนผังงาน (Flowchart) แผนภูมิจะแสดงการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่ต้นจนจบ แต่จะไม่แสดงเนื้อหาและความรู้ที่จะแสดงบนจอภาพ จะมีเพียงขั้นตอนของเนื้อหาเท่านั้น ตลอดจนถึงทางเลือกต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะมีการวาดรูปหรือการเคลื่อนไหวของรูปตอนใด ถ้าเด็กทำผิดจะทำอย่างไร เมื่อไหร่ที่โปรแกรมจะจบลง

7. เขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่เขียนสิ่งที่มีอยู่ไปสู่สิ่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจโดยอาศัยผังงาน และสตอรี่บอร์ดอย่างไรดี ขั้นตอนก็ต้องมีการผิดพลาดบ้าง ผู้เขียนจะต้องตรวจแก้ (Debug) ให้ถูกต้อง

8. ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียน การทดสอบโปรแกรมอาจใช้วิธีดูว่าโปรแกรมทำงานถูกต้องหรือไม่ อาจดูด้วยตนเองหรือให้ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนและการออกแบบการสอนช่วยดูให้ และจะประเมินผลได้จากการที่นักเรียนได้เรียนบทเรียนนี้แล้ว ขั้นนี้จะรวมทั้งการทดลองกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ (Pilot Testing) และการหาความแม่นยำ (Validation)

นอกจากนี้ โรมิสโซวสกี (Romiszowski, 1986 : 271-272) ยังได้วางแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอนคือ

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. วิเคราะห์พฤติกรรม เป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการและกฎเกณฑ์ เพื่อสร้างรูปแบบบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียนตามทีออกแบบไว้
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผล ความเที่ยงตรงทั้งทางด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์และด้านการสอน

สำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทยนั้น
 อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 :144) ได้สรุปได้ 11 ขั้นตอนคือ

1. เลือกเนื้อหาและกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
2. วิเคราะห์ผู้เรียน
3. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย
5. ออกแบบบทเรียนโปรแกรม
6. สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
7. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
8. ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
9. ทดลองหาประสิทธิภาพ
10. นำไปใช้
11. ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

ศิริชัย สงวนแก้ว (2534 : 75) ยังได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยสอนไว้ 9 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์เนื้อหา
2. ศึกษาความเป็นไปได้
3. กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
4. ลำดับขั้นตอนการทำงาน
5. การสร้างโปรแกรม
6. การทดสอบโปรแกรม
7. การปรับปรุงแก้ไข
8. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน
9. ประเมินผล

จะเห็นว่าขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของแต่ละท่าน ก็จะแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย ส่วนที่เป็นสิ่งสำคัญจะมีลักษณะคล้ายกัน เช่น การกำหนด
 วัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางหรือโครงสร้างของเนื้อหา ตัวของเนื้อหาของบทเรียน และการ
 ประเมินผล การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจนำแนวคิดของบุคคลต่างๆ เหล่านี้
 ไปปรับปรุงพัฒนาให้เหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละวิชา ซึ่งควรจะพิจารณาเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาและเนื้อหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหา แยกเป็นหน่วยย่อย

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทเรียน และหน่วยย่อยอีกทีหนึ่ง

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และหน่วยย่อย

ขั้นที่ 5 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นย่อย ๆ ดังนี้

- ออกแบบบทเรียน
- เขียนสคริปต์บทเรียนตามทีออกแบบในรูปผังงาน (Flow Chart)
- เขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามสคริปต์

ขั้นที่ 6 การประเมินและหาประสิทธิภาพบทเรียน

3.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โจนสสัน และฮันนัม (Jonassen and Hannum, 1987 : 7-14) ได้กล่าวว่า การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิชาการทางวิทยาศาสตร์และศิลปะการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (Systems Approach) นักออกแบบที่ได้รับความสำเร็จนั้นต้องใช้ประสบการณ์และความนึกคิดของตนเองเท่ากับที่ต้องอาศัยวิธีการจัดระบบทั้งนี้เพราะเรายังไม่เข้าใจแน่ชัดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือการใช้คอมพิวเตอร์ได้โดยตรง แต่มีขบวนการที่เป็นสื่อ เช่น ภาษา หรือ Authoring System ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วยทฤษฎีของการเรียนรู้และการวิจัยก็ไม่ได้บอกถึงวิธีปฏิบัติที่แจ่มชัดเสมอไป

องค์ประกอบ 4 ประการของการเรียนรู้และเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลงานวิจัยและหลักการเรียนรู้ นำมาเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ คือ (1) การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (2) การตอบสนองของนักเรียน (3) ข้อมูลย้อนกลับ และ (4) การควบคุมบทเรียน

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (Design of the Stimulus)

นักเรียนสามารถเห็นข้อมูล (Information) ได้บนจอภาพ โดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักการรับรู้มาใช้มาก แต่เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ส่วนขั้นตอนของการแสดงข้อมูลนั้นต้องเข้าใจง่าย ในส่วนของคำถามนี้จะต้องออกแบบเป็นรูปกิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนได้มีการโต้ตอบหรือเร้าเหมือนกับการฟังและการเห็น

- 1.1 คำสั่งของแต่ละกิจกรรมต้องชัดเจน
- 1.2 จัดเตรียมตัวอย่างของคำสั่งนั้นให้สมบูรณ์
- 1.3 เรียบบทเรียนโดยบรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ
- 1.4 ใช้แผนภูมิหรือ Outline เพื่อแสดงให้เห็นว่าเนื้อหานั้น มีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาอย่างไร

1.5 บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบโดยคำนึงถึงผู้เรียน

1.6 เตรียมการอุปมาอุปมัย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาซึ่งนักเรียนพอที่จะรู้

- 1.7 คำถามในบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1.8 ถามคำถามก่อนเรียนบทเรียน ระหว่างเรียนบทเรียนแต่ละตอนและหลังบทเรียน
- 1.9 ใช้คำถามที่จับใจผู้ฟัง
- 1.10 กระตุ้นผู้เรียนตอบคำถาม
- 1.11 บทเรียนโดยการใช้ Pre-test
- 1.12 ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนกลับไปดูคำบรรยายเพื่อดูคำตอบแต่ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับ
- 1.13 เมื่อสิ้นสุดในส่วนของการบรรยาย ให้ผู้เรียนเลือกการทบทวนเนื้อหา ก่อนตอบคำถาม
- 1.14 อาจใช้สี การขีดเส้นใต้ ระบายสี ตีกรอบ ใช้ลูกศร การเคลื่อนไหวเป็นรวมความสนใจของผู้เรียน
- 1.15 ในการเสนอเนื้อหาตัวอักษรจะต้องไม่กะพริบ
- 1.16 ควรใช้วิธีการเน้นเนื้อหาได้ไม่เกิน 3 อย่างใน 1 บทเรียนและใช้ในจุดมุ่งหมายเดียวกัน
- 1.17 ควรอธิบายการใช้ Highlight และสิ่งที่ผู้เรียนควรทำในตอนต้นของบทเรียน
- 1.18 ควรออกแบบให้สามารถปรับระดับความยากง่ายได้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน
- 1.19 การจัดระบบเนื้อหาจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมกับโครงสร้าง เช่น การอธิบายการเปรียบเทียบ
- 1.20 ใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และสิ่งที่สนใจ
2. การตอบสนองของนักเรียน
- การเรียนรู้หลายอย่างสิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของการเรียน คือ การรู้จักพื้นฐานของสิ่งที่เรียน การฝึกหัดเพิ่มเติมและข้อมูลย้อนกลับ ในการตอบสนองของผู้เรียนนั้น ผู้เรียนต้องมีความรู้ในคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดของการตอบสนองของผู้เรียนจะพูดถึงในตอนต่อไป สิ่งที่สำคัญที่สุดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กลไกการป้อนข้อมูล
- 2.1 การตอบสนองโดยเปิดเผยไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนศิลปะในการถามคำถามหรือคำสั่งในการทบทวนเพื่อกระตุ้นให้มีการตอบสนองโดยไม่ต้องเปิดเผย
- 2.2 ให้ผู้เรียนประเมินตนเองถึงระดับความเข้าใจในเนื้อหา
- 2.3 ถ้าต้องการประเมินผล หรือให้ข้อมูลย้อนกลับก็จะต้องให้มีการตอบสนอง

โดยเปิดเผย

2.4 จัดเตรียมการตอบสนอง ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดที่กล่าวไว้ในวัตถุประสงค์

2.5 จัดกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหา กับความรู้เดิมของผู้เรียน

2.6 ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความคิดรวบยอดของบทเรียน

2.7 นอกจากการประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เราอาจจะให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกันหรือครูหรือประเมินโดยใช้สมุดแบบฝึกหัด

2.8 การแสดงข้อมูลต้องสามารถระลึกโดยใช้ภาพหรือเรื่องราว

2.9 ต้องการให้ผู้เรียนบอกหรือชี้ในสิ่งที่ขาดหายไป

2.10 อนุญาตให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาได้เอง

2.11 ใช้การกดแป้นเดียวในการตอบกับนักเรียนในชั้นเล็ก ๆ

2.12 ไม่ใช้การกดแป้นพิมพ์เดียวในการตอบสำหรับการเรียนที่ต้องใช้ความคิด

ในระดับสูง

2.13 ควรใช้กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบด้านความจำหรือการระลึกได้

2.14 สำหรับการเรียนในระดับสูงให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง แต่ต้องเขียน

โปรแกรมให้สามารถรับคำตอบซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน

2.15 สำหรับผู้เรียนในระดับต่ำอาจจะออกแบบเป็น Template

3. ข้อมูลย้อนกลับ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เหมือนกับสื่อการสอนในรูปแบบอื่น คือมีขบวนการสื่อสารข้อมูล มีข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับแต่ละอย่างที่ผู้เรียนได้รับ แล้วแต่ชนิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และอีกส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณาด้วยก็คือ เวลาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งต้องให้ทันที หลังจากผู้เรียนตอบคำถามหรือทำกิจกรรม

3.1 การออกแบบบทเรียนในคอมพิวเตอร์ ต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้ผลตอบสนองโดยคำถาม ให้ข้อมูลย้อนกลับจากคำตอบของผู้เรียน

3.2 ข้อมูลย้อนกลับ ต้องสัมพันธ์กับการตอบสนองของผู้เรียน

3.3 พยายามหลีกเลี่ยงข้อมูลย้อนกลับ ชนิดถูก/ผิด เพราะข้อมูลย้อนกลับแบบนี้ เป็นเพียงการยืนยันคำตอบ

3.4 หลังจากเลือกคำตอบถูกได้แล้วต้องชี้ว่าคำตอบนั้นถูกและทำไมจึงถูก

3.5 หลังจากเลือกคำตอบที่ผิดจะต้องชี้ว่าคำตอบนั้นผิดและบอกด้วยว่าทำไมจึง

ผิด และคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร

3.6 ตามปกติหลังจากเลือกคำตอบที่ผิดแล้ว จะให้ผู้เรียนเลือกอีกครั้ง แต่ถ้าผู้เรียนยังเลือกคำตอบที่ผิดอยู่อีก ก็จะบอกคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายว่าทำไมจึงถูก

3.7 ผู้เรียนที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน ควรจัดเตรียมข้อมูลย้อนกลับที่ต่างกันด้วย

3.8 ผู้เรียนที่อ่อน ข้อมูลย้อนกลับต้องเป็นแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม

3.9 ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ถ้าตอบผิดควรให้คะแนนหรือคำชมเชย ในบางส่วนที่ถูกต้อง

3.10 ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ข้อมูลย้อนกลับควรเป็นแบบที่มีการสนับสนุนและช่วยเหลือหรือกระตุ้น

3.11 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ต้องให้ทันทีทันใดหลังจากการตอบสนองของผู้เรียนในการเรียนเนื้อหาใหม่ ๆ

3.12 การให้ข้อมูลย้อนกลับตอนไหนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ถ้าการเรียนรู้ในระดับต่ำ เช่น ระดับความจำ ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับทุกครั้ง ถ้าเป็นการเรียนระดับสูงหรือระดับที่เป็นนามธรรม ควรให้ตอนท้ายของบทเรียน

3.13 คำที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่ควรให้ซ้ำ ๆ กัน เหมือน ๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว แต่ควรเปลี่ยนแปลงให้แตกต่างออกไป

3.14 หลีกเลี่ยงการใช้คำว่าดีมาก ยอดเยี่ยมในข้อมูลย้อนกลับ

3.15 ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นการสร้างเสริม คือ ทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าข้อเสนอแนะหรือติชมอย่างง่าย ๆ

4. การควบคุมบทเรียน

ส่วนที่สำคัญที่สุดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เห็นจะเห็นเรื่องของศิลปวิทยาการและการสอนที่จะให้นักเรียนตัดสินใจเกี่ยวกับเนื้อเรื่องมีวิธีการและชนิดของสื่อการสอน ซึ่งนักเรียนต้องการโต้ตอบด้วยการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องพิจารณาถึงลักษณะของ ผู้เรียน เช่น พื้นความรู้ ความสามารถ ฯลฯ

4.1 ออกแบบบทเรียนซึ่งอนุญาตให้นักเรียนพัฒนาความก้าวหน้าด้วยอัตราของแต่ละบุคคล

4.2 ออกแบบบทเรียนซึ่งนักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะตามความต้องการของผู้เรียน

4.3 ให้นักเรียนสามารถเลือกจำนวนปัญหาหรือคำถามที่เขาต้องการในการฝึกฝนในบทเรียนนั้น ๆ

4.4 ในขณะที่แก้ไขปัญหาอยู่นั้น นักเรียนสามารถหยุดและกลับไปในส่วนของบทเรียนได้ถ้าเขาต้องการต่อไป

4.5 หลังจากการฝึกฝนแต่ละข้อแล้ว ให้โอกาสผู้เรียนเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป หรือต้องการเรียนต่อไป

4.6 จัดเตรียมภาพรวม แต่ละบทเรียนในรูปแบบโครงร่างของหัวข้อ หรือ Organizer

4.7 ในการเรียนควรมีการทดสอบก่อนเรียน และยอมให้นักเรียน ซึ่งได้คะแนนสูง มีโอกาสเลือกยุทธวิธีการเรียนของบทเรียนนั้นได้

4.8 นักเรียนสามารถควบคุมเนื้อหาในบทเรียนซึ่งเรียงตามลำดับด้วยตัวเขาเอง

4.9 จัดระดับความยากของคำถามในบทเรียนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมาย

4.10 การจัดเรียงปัญหานั้นจะต้องจัดเรียงให้กับนักเรียนทุกระดับ

4.11 ระดับความยากของเนื้อหาหรือกิจกรรมควรให้เหมาะสมกับการตอบสนองของผู้เรียน

4.12 ควรมีตัวอย่างในบทเรียนให้กับนักเรียนทุกระดับ

4.13 ไม่ควรอนุญาตให้นักเรียนกระโดดข้ามตัวอย่าง

4.14 วิธีการสอนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียน จึงไม่ควรออกแบบให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการสอน

4.15 การเรียงลำดับชั้นเนื้อหาของบทเรียน อาจจะเป็นไปตามชนิดของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหา

4.16 คำแนะนำที่ให้กับผู้เรียนเกี่ยวกับตัวเลือกในการควบคุมบทเรียนควรอาศัยผลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนเป็นหลัก และให้คำแนะนำก่อนการเรียนบทเรียน

4.17 ทางเลือกอีกทางหนึ่งในการให้ข้อเสนอแนะ คือ ให้คำแนะนำโดยพิจารณาจากพฤติกรรมในระหว่างการเรียน และให้คำแนะนำในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนบทเรียนนั้น

4.18 คำแนะนำควรที่จะแสดงแนวคิดตลอดทั้งบทเรียนหรือเฉพาะยุทธวิธีที่สำคัญ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำได้ถูกต้องในระหว่างบทเรียนนั้น

4.19 ในบทเรียนที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียน ควรจะให้คำแนะนำก่อนหรือระหว่างบทเรียน

4.20 สร้างบทเรียนซึ่งสามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้

4.21 บทเรียนอาจจะปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยใช้คะแนนจากการทดลองก่อนเรียนเป็นหลัก

แฮนนาฟินและเพค (Hannfin and Peck. 1988 : 49) ได้ให้หลักการออกแบบและพัฒนามาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 11 ประการ ดังนี้

1. พัฒนามาบทเรียนให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดการฝึกทักษะการเรียนรู้ของ กายเอ วอกเกอร์ และโรจาส (Gagne' , Wager and Rojas. 1981 : 16-17) นักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน ได้แบ่งกระบวนการเรียนด้านพุทธิศึกษาออกเป็น 9 ระยะด้วยกันคือ

- 1.1 ระยะตื่นตัว (Alertness)
- 1.2 ระยะคาดหวังอยากรู้ (Expectation)
- 1.3 ระยะระลึกความจำ (Retrieval to Working Memory)
- 1.4 ระยะเลือกรับรู้ (Selective Perception)
- 1.5 ระยะเข้าใจความหมาย (Semantic Perception)
- 1.6 ระยะสนองตอบสิ่งที่รู้ (Retrieval and Responding)
- 1.7 ระยะเสริมแรง (Reinforcement)
- 1.8 ระยะชี้แนะในสาระสำคัญ (Cueing Retrieval)
- 1.9 สรุปประเด็นสำคัญ (Generalized)

ซึ่งทั้ง 9 ระยะนี้จะหมุนเวียนเป็นวัฏจักร ในการออกแบบบทเรียนควรจัดกระบวนการเรียนการสอน เป็นตอนย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ในแต่ละระยะดังกล่าวดังต่อไปนี้

1. สร้างเนื้อหาสาระให้น่าสนใจ โดยใช้กราฟิค
2. ให้ผู้เรียนรู้วัตถุประสงค์ของบทเรียน
3. ให้ความรู้ ทักษะ และยุทธวิธีตามวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน
4. เน้นเฉพาะประเด็นและสาระสำคัญ ด้วย แสง สี ตัวอักษรที่เด่นพิเศษ ชัด

เส้นใต้ หรือติกรอบสี เป็นต้น

5. แนะนำการเรียนเพิ่มเติม
6. ให้แบบฝึกหัด ตามลำดับเนื้อหาย่อย ๆ และให้นักเรียนตอบเป็นตอน ๆ
7. แจงผลคำตอบให้ผู้เรียนทราบ
8. ประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งหมด
9. ย้ำความจำและถ่ายโยงการเรียนรู้

2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีลักษณะเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล (Individualize)

3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีการโต้ตอบกับผู้เรียนให้มากที่สุด การโต้ตอบกับผู้เรียนก่อให้เกิดผลการเรียนรู้หลายประการ คือ

- 3.1 เกิดความมั่นใจว่าผู้เรียนได้รับเนื้อหาสาระและเสริมความตั้งใจเรียนยิ่งขึ้น
 - 3.2 การโต้ตอบกันช่วยในการเชื่อมโยงความรู้และการตอบได้กับผู้เรียนโดยตรง
 - 3.3 ซ่อมเสริมได้เมื่อผู้เรียนตอบผิดการปฏิสัมพันธ์จะช่วยให้การเรียนซ่อมเสริมได้
 - 3.4 การปฏิสัมพันธ์จะช่วยลดเวลาในการเรียนให้น้อยลง
4. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการแสดงผลย้อนกลับให้เกิดประสิทธิภาพที่สุด
 5. การออกแบบบทเรียนให้สามารถเรียนได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้
 6. บทเรียนต้องให้สอดคล้องกันระหว่างวัตถุประสงค์การสอนและการวัดผล
 7. บทเรียนทั้งหมดควรจัดให้ผู้เรียนควบคุมการใช้อย่างสะดวก เช่น
 - 1.1 จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยและเรียงลำดับหัวข้ออย่างเป็นระเบียบ
 - 1.2 สะดวกต่อการแยกบทเรียนออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้ง่ายขึ้น
 - 1.3 จอภาพไว ผู้เรียนสามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอนตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายและเลิกเรียน
 - 1.4 คำนวณเวลาทั้งหมดที่ใช้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ให้พอดี
 2. ออกแบบภาพที่ปรากฏบนจอให้ประณีต โดย เจย์ (Jay. 1983 : 22-26) ได้เสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้
 - 2.1 ใช้เพียงประเด็นเดียว ความยาว 1-2 ประโยค ในช่วงเวลาหนึ่ง
 - 2.2 ให้ความกับผู้เรียนอย่างเพียงพอในการควบคุมจอภาพ
 - 2.3 การเลื่อนภาพบนจอควรพิจารณาให้เหมาะสม
 - 2.4 ควรใช้อุปกรณ์ช่วยเมื่อสื่อสารด้วยตัวอักษร
 - 2.5 ควรใช้ภาษาให้เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม
 - 2.6 ควรใช้การตีกรอบ สีหรือการเน้นด้วยแสงสว่างพิเศษเพื่อเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญ
 3. พิจารณาเรื่องราวที่ปรากฏบนจอภาพ และประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้นักเรียนน่าสนใจ ภาพที่ปรากฏบนจอควรน่าสนใจ ควรมีภาพผสมอักษรจำนวนน้อยตัว ข้อความกะทัดรัด ใช้เทคนิคการเคลื่อนไหวช่วย โดยมุ่งความสำเร็จของผู้เรียนเป็นสำคัญ
 4. ควรเพิ่มสื่ออื่น ๆ เข้าไปด้วยเพื่อความเหมาะสมส่วนใหญ่ได้แก่ หนังสืออ่านประกอบ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทต่อมา เพื่อให้เกิดความชัดเจน การสรุปหรือการเรียนจากชั้นหนึ่งสู่อีกชั้นหนึ่ง เป็นต้น

5. ประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบ่อย ๆ โดยยึดแนวทางการเรียนการสอนส่วนตักต่างอื่น ๆ หลักสูตร ตลอดจนการเขียนโปรแกรมด้วย

การประเมินผลบทเรียนมี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทดสอบ 1 ต่อ 1 (One by One Testing) โดยผู้ประเมินสังเกตผลงานของผู้เรียน บันทึกข้อบกพร่องจากการออกแบบครั้งแรก แล้วปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กลุ่มเป็นตัวแทน กลุ่มประชากรเป้าหมาย กลุ่มเล็กต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้มั่นใจว่า บทเรียนสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมาย กลุ่มเล็ก ๆ นี้มีนัยสำคัญที่แทนกลุ่มประชากรเป้าหมายได้ รวบรวมข้อมูลข้อบกพร่องแล้วแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 3 ทดสอบภาคสนาม (Field Testing) มีเป้าหมายเพื่อประเมินบทเรียนในสภาพการใช้งานตามปกติ จุดมุ่งหมายของการประเมินผลเพื่อยืนยันว่าบทเรียนเป็นไปตามแผนงานที่วางไว้หรือไม่ โดยวิเคราะห์เพิ่มเติมในด้าน

- บทเรียนตรงวัตถุประสงค์หรือไม่
- ทศนคติต่อบทเรียนเป็นอย่างไร
- ลักษณะการเขียนโปรแกรมดีหรือไม่อย่างไร

3.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งที่ทุกคนอาจจะทำได้ แต่จะทำให้ได้ดี หรือให้น่าสนใจเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และสามารถสื่อความหมายให้กับผู้เรียน จนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด เพราะการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 ก : 1-15) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (Tutorial) เป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยเน้นการผสมผสานของ กราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ตัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ กาเย่ บริกส์ และวอกเกอร์ (Gagne' , Briggs and Wagner. 1988 : 21-31) และ กาเย่ (Gagne'. 1985 : 302-330) เช่นเดียวกันคือ

1. การสร้างความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนมา ความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและสนใจให้อยากที่จะเรียน ทำได้โดยการใช้ ภาพ สี และ/หรือ เสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (title) ใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก

ภาพควรตั้งอยู่บนจอภาพจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น เพื่อให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อให้การเรียนรู้อมีประสิทธิภาพ การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเข้าใจโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ต่อด้วยเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอที่ละข้อ โดยใช้กราฟิกง่าย ๆ และการเลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จะเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ นอกจากจะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วก็จะเป็นการทบทวน แต่ก็ไม่จำเป็นต้องมีการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้นำเนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่าย และได้ในความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลานานไป ไม่เกี่ยวกับเนื้อหา เข้าใจยาก หรือออกแบบไม่เหมาะสม การออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงถึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบช่วยเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อนควรใช้ตัวชี้แนะ (Cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกะพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้อ่าน ยกตัวอย่างเข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สีในจอสี ใช้คำคุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรม ซึ่งย่อมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใด

วิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร่งความคิด อาจใช้กราฟิก หรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มาก ถ้าบทเรียนท้าทายผู้เรียน โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถาม คำตอบและผลย้อนกลับ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูกเสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียงจากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อสร้างความสนใจ

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบคำตอบ และข้อมูลย้อนกลับ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์ คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจน ควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรณคดีใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์

จากแนวคิดนี้ จะเห็นว่าขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเริ่มต้น ที่ขั้นนำซึ่งเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนทราบถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและวิธีการเรียนบทเรียน หลังจากนั้น วงจรการเรียนรู้จะเริ่มขึ้น เนื้อหาจะถูกเสนอให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ แล้วมีคำถามให้ผู้เรียนตอบถ้าตอบถูกจะมีการเสริมแรง ถ้าตอบผิดจะมีการให้เนื้อหาเสริม ซึ่งบทเรียนจะมีลักษณะเช่นนี้ไปจนจบบท



ภาพประกอบ 6 แผนลำดับขั้นของการสอนแบบ Tutorial

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial
อเลสซีและทรอลลลิป (Alessi and Trollip. 1985 : 132-133) ได้กล่าวถึงลำดับขั้น
ของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะแบบ Tutorial ดังนี้

1. บทนำ (Introduction)

- 1.1 ให้เนื้อหาสั้นกระชับ
- 1.2 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
- 1.3 บอกวิธีการเรียนบทเรียนที่แน่นอนและบอกให้ทราบทั้งหมด
- 1.4 บอกให้ทราบว่าก่อนการเรียนบทเรียนนักเรียนต้องมีความรู้อะไรบ้าง

บ้าง

1.5 ให้นักเรียนเลือกลำดับการเรียนเองโดยเลือกจากรายการและกลับมาที่รายการ (Menu) อีกเมื่อเรียนหน่วยที่ได้เลือกไปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

1.6 ไม่ควรใส่แบบทดสอบก่อนเรียนไปในบทเรียน ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเมื่อท่านรู้ว่านักเรียนต้องการและใช้แบบทดสอบก่อนเรียนแจกต่างหากจากบทเรียน

2. การเสนอเนื้อหา (Presentation of Information)

- 2.1 เสนอเนื้อหาให้สั้นกระชับ
- 2.2 ออกแบบการเสนอเนื้อหาให้ดึงดูดความสนใจ
- 2.3 ไม่ใช่ตัวหนังสือวิ่งจากบนลงล่างหรือล่างขึ้นบน
- 2.4 เน้นส่วนที่ต้องการให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ เปรียบเทียบหรือชี้แนะด้วย

การใช้ Highlight

- 2.5 ใช้สีเพื่อกระตุ้นหรือเน้นส่วนสำคัญ
- 2.6 หลีกเลี่ยงการใช้สีในเนื้อหาทั่ว ๆ ไป ที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญ
- 2.7 ตัวอักษรต้องอ่านง่าย
- 2.8 เน้นความแตกต่างระหว่างหัวข้อให้ชัดเจน
- 2.9 ใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา
- 2.10 เตรียมกรอบการเรียนที่จะช่วยผู้เรียนในการใช้ หรือปฏิบัติตามได้ง่าย

3. คำถาม – คำตอบ (Question and Responses)

- 3.1 ให้คำถามบ่อย ๆ โดยเฉพาะคำถามที่เกี่ยวกับความเข้าใจ
- 3.2 หาทางให้ผู้เรียนตอบคำถามทางช่องทางอื่นอย่าใช้เพียงทางแป้นพิมพ์
- 3.3 Prompts เป็นเครื่องหมายแสดงให้ผู้เรียนตอบคำถามควรอยู่ให้คำถาม

ใกล้ทางซ้ายมือของจอมอนิเตอร์

- 3.4 คำถามควรมีลักษณะที่ช่วยสนับสนุนให้ตอบคำถามให้ถูกต้อง
- 3.5 ถามคำถามจุดที่สำคัญ ๆ ของเนื้อหา

- 3.6 ยอมให้ผู้เรียนตอบได้มากกว่า 1 ครั้ง ใน 1 คำถาม
- 3.7 เขียนคำถามแบบเลือกตอบนั้นทำได้ยากแต่ง่ายในการตรวจและอาจมี
- การเดาได้
- 3.8 คำถามแบบเขียนตอบนั้นทำได้ง่าย แต่ยากในการตรวจและป้องกันการ
- เดาได้
- 3.9 ต้องรู้ว่าจะทดสอบความจำหรือความเข้าใจ และเลือกชนิดของคำถามให้
- เหมาะสม
- 3.10 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนควรมีความยากง่ายให้เหมาะกับระดับของผู้เรียน
- 3.11 หลีกเลี่ยงการใช้คำถามแบบย่อหรือถามในเชิงปฏิเสธ
- 3.12 คำถามไม่ควรเป็นตัวหนังสือเลื่อนจากบนลงล่างหรือจากล่างขึ้นบน
- 3.13 คำถามจะแสดงบนจอมอนิเตอร์เมื่อเสนอเนื้อหาจนจบแล้วและอยู่ใต้เนื้อ
- หานั้น
4. การตรวจคำตอบ (Judging Responsess)
- 4.1 การตรวจคำตอบเกี่ยวกับเซาว์ปัญญา ครูจะต้องยอมรับคำบางคำที่มีความ
- ความหมายใกล้เคียงกัน สกอตเหมือนกันหรือคำพิเศษต่าง ๆ
- 4.2 จะต้องพิจารณาทุกทั้งคำตอบที่ถูกและคำถามที่ผิด
- 4.3 ถ้าเนื้อหาของคำตอบถูก ให้ยืนยันคำตอบอีกครั้งหนึ่ง
- 4.4 ถ้าเนื้อหาของคำตอบผิด ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการแก้ไข
5. การให้เนื้อหาเสริม (Remediation) ให้เนื้อหาเสริมสำหรับผู้เรียนที่เรียนได้ไม่ดี
- โดยให้กลับไปเรียนบทเรียนใหม่หรือเรียนจากผู้สอน
6. ลำดับการเรียนรู้บทเรียน (Sequencing Lesson Segments)
- 6.1 เสนอบทเรียนไปตามลำดับขั้นจากง่ายไปยาก
- 6.1 หลีกเลี่ยงการใช้ Linear Tutorial ควรใช้ Branching Tutorial
- 6.2 ให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้โดยใช้แป้นพิมพ์ ไม่ควรใช้เวลาในการควบคุม
- บทเรียน
- 6.3 จัดทำบทเรียนให้สามารถกลับไปเริ่มต้นบทเรียนได้ใหม่
7. ตอนท้ายของบทเรียน (Closing)
- 7.1 เก็บข้อมูลไว้สำหรับการกลับมาเรียนใหม่
- 7.2 ลบข้อมูลบนจอมอนิเตอร์
- 7.3 บอกให้ทราบถึงการจบบทเรียนด้วยข้อมูลที่สั้นและแจ่มชัด

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยในประเทศ

จักรภพ ศรีงาม (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดสมการและอสมการสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลจากการวิจัยและพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมทักษะในการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องสมการ และอสมการที่ผู้วิจัยได้ผลิตขึ้นมาี้มีคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคืออยู่ในเกณฑ์ 88. 83 / 88.83 และผู้เรียนมีการพัฒนาความรู้ในเรื่องสมการและอสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระดับ 0.01

บุญเลิศ ทัดดอกไม้ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดวิชาการถ่ายภาพเบื้องต้น โดยทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 90 / 90 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยสอนเรื่องการถ่ายภาพเบื้องต้นมี ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 90 / 90 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อน เรียนและหลังเรียนพบว่าคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจากการทดสอบก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

โฮลลาเวย์ (Hollaway .1998 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถม โดยใช้โปรแกรมที่เรียกว่า คณิตศาสตร์ในบาสเกตบอลพบว่าความคิดรวบยอด พื้นฐานเรื่องเรขาคณิต เช่นเรื่องของ เส้น มุม รูปหลายเหลี่ยม และการกระทำกิจกรรมต่างๆในโปรแกรมทำให้เด็กเรียนรู้เรื่อง ต่างๆเหล่านี้ได้มากขึ้นกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ

เดริกฟู (Dreyfus .1999 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วย สอนโดยใช้กับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ในระดับชั้นประถม ในการศึกษาค้นคว้าได้บ่ง บอกถึงจำนวนของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการช่วยเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ในโรง เรียนนั้นมีจำนวนน้อยกว่าที่ใช้ในโรงพยาบาลหรือคลินิกที่ใช้ในการพัฒนาการต่างๆ และ ยังพบอีกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะมีประโยชน์น้อยมากถ้าเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ นำมาใช้น้อยกว่า 15 นาทีและน้อยกว่าหนึ่งชั่วโมงต่อสัปดาห์และโปรแกรมที่ใช้ส่วนใหญ่ เป็นโปรแกรมที่ออกแบบให้ใช้งานง่ายและพัฒนาการเรียนรู้อย่างแบบทั่วไปและโปรแกรมที่ใช้ ส่วนใหญ่จะเป็นโปรแกรมที่ใช้สอนทักษะการคิดแก้ปัญหาและทักษะความคิดระดับสูง

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิด
วิจารณ์ญาณเป็นไปตามเกณฑ์ 80 / 80
2. ความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทาง
คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและหาคุนภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ คือ เด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเด็กปกติ โดยวัดจากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์และใช้วิธีการพิจารณาจากครูประจำวิชา นักเรียน ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ และการสังเกตพฤติกรรมจากการร่วมกิจกรรมพิเศษนอกหลักสูตรที่จัดขึ้น จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผไทอุทิศศึกษา เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกมาจากกลุ่มประชากร ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ มีขั้นตอนดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| ขั้นที่ 1 | - การเสนอชื่อโดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์
- การเสนอชื่อโดยนักเรียนในห้องเรียน
- คู่มือการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- การสัมภาษณ์ครู เด็ก ผู้ปกครอง |
| ขั้นที่ 2 | - พิจารณาผลงานที่โดดเด่นทางคณิตศาสตร์
- ใช้กิจกรรมนอกหลักสูตร เสริมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วสังเกตพฤติกรรมขณะร่วมกิจกรรม
- วัดจากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ |
| ขั้นที่ 3 | - ให้ผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ คัดเลือกเด็กจำนวน 30 คน เพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป |

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบระหว่างการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
4. แบบวัดความคิดวิจารณ์ญาณ

การสร้างและศึกษาคุณภาพเครื่องมือในการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ทำการศึกษาเอกสารในเรื่องเกี่ยวกับการฝึกความคิดวิจารณ์ญาณโดยเนื้อหาที่เป็นบทเรียนใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4ตามหลักสูตรประถมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) งานวิจัยเรื่องเกี่ยวกับการฝึกทักษะความคิดวิจารณ์ญาณในประเด็นต่างๆจากตำรา หนังสือและบทความที่เกี่ยวกับเรื่องการฝึกทักษะความคิดวิจารณ์ญาณ

1.2 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถทางการคิดจากเอกสาร ตำรา และบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเพื่อกำหนดขั้นตอนการพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณโดยผ่านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดของ จอนดีรอสและคาร์ทีรินอส (John D. Ross and Catherine M . Ross) เพื่อนำไปสร้างเป็นแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้หัวข้อที่นำไปสร้างเป็นแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 5 หัวข้อดังนี้

1.2.1 อุปมาอุปไมย (Analogies) เป็นการวัดความสามารถของเด็กในเรื่องของการหยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับกรณีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่างๆเข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์

1.2.2 การอนุมาน (Deductive) เป็นการวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้าน ตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่าประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด

1.2.3 หลักฐานที่หายไป (Missing Promises) เป็นการวัดความสามารถในการคัดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไป เพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมาน

ของตรรกศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

1.2.4 การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis) เป็นการฝึกให้นักเรียนสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น (Analysis of Relevant and Irrelevant Information) จะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆและปัญหาต่างๆที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็นและกับที่ไม่ชัดเจนและไม่ตรงประเด็น ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหา ส่วนนี้จะวัดความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและมีวิจารณ์ญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

1.3. นำเนื้อหาที่กำหนดไปเขียนเป็นโปรแกรมแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะประกอบไปด้วย

1.3.1 ส่วนที่เป็นตัวอย่างของแบบฝึกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.3.2 ส่วนที่เป็นแบบทดสอบของแบบฝึกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.3.3 ศึกษาและเลือกโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมช่วยงานด้านกราฟฟิกออเธอร์แวร์โปรแกรมเพสชั่นแนล 5.0 ทั้งนี้เพราะเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการเชิงกราฟฟิกที่คิดรูปแบบการแสดงผลได้ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างกราฟฟิก แสดงข้อความ การทำแบบทดสอบ การคิดคะแนนผู้เรียนก่อนข้างสมบูรณ์มีความยืดหยุ่นสูงในการที่จะนำไปพัฒนา เพื่อที่จะนำมาประยุกต์ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้ต่อไป

1.4 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามบทที่เขียนไว้ด้วยโปรแกรมออเธอร์แวร์ 5.0 โดยมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1.4.1 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียนที่สร้างขึ้น โดยการทดลองเรียนและฝึกตามลำดับ เมื่อพบข้อบกพร่องก็ทำการแก้ไขปรับปรุง

1.4.2 ทำการทดลองใช้กับนักเรียน 1 คน ก่อนเพื่อตรวจสอบการใช้ถ้อยคำ สำนวนหรือคำสั่งว่าเหมาะสมหรือไม่ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง

1.4.3 สร้างคู่มือการใช้โปรแกรมแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อความถูกต้องและสะดวกในการใช้บทเรียน

1.4.4 นำแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้ประธานและอาจารย์ที่

ปรึกษาทำการตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้ ความถูกต้องของเนื้อหา และวิธีที่ใช้ในการสร้าง จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง

1.4.5 นำแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญเรื่องความคิดวิจารณ์ญาณ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความยากง่าย เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปสอนจากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง

1.4.6 นำแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับโปรแกรมออร์เวิร์ และทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา พิจารณาความเหมาะสม จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง

1.4.7 นำแบบฝึกที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและข้อจำกัดต่างๆในการใช้ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนทำการทดลองภาคสนาม

2. แบบทดสอบระหว่างฝึกเรื่องการคูณและการหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีตัวอย่างอยู่ในโปรแกรม เมื่อได้ศึกษาจากตัวอย่างแล้ว ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน การสร้างแบบทดสอบระหว่างฝึกมีวิธีการดังนี้

2.1 แบบทดสอบระหว่างฝึกจะประกอบด้วยแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน คือ

2.1.1 ด้านอุปมาอุปไมย (Analogies) จำนวน 5 ข้อ

2.1.2 การอนุมาน (Deductive) จำนวน 5 ข้อ

2.1.3 หลักฐานที่หายไป (Missing Promises) จำนวน 5 ข้อ

2.1.4 การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis) จำนวน 5 ข้อ

2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น (Analysis of

Relevant and Irrelevant Information) จำนวน 5 ข้อ

2.2 นำแบบทดสอบระหว่างฝึกที่ประกอบด้วยแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ที่สร้างเสร็จบรรจุลงในแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 แบบทดสอบระหว่างฝึกที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ ให้เลือกตอบข้อที่ถูกที่สุด ข้อละ 1 คะแนน คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนจะนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการคูณและการหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้เรียนได้เรียนด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยแบบทดสอบเป็นชนิดเลือกตอบ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษา เอกสาร ตำรา เนื้อหาและวัตถุประสงค์ ให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ทำการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

3. นำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน

4. นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ไปทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2535 : 139)

5. คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และหาค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังการฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 ข้อ

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยสูตร K – R 20 (Kuder – Richardson 20) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ . 2536 : 168)

การดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ . 2538 : 249) ดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T1	X	T2

- เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 X แทน การฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนความคิดวิจารณ์ญาณ
 T1 แทน การทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณก่อนฝึก
 T2 แทน การทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณหลังฝึก

2. การดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 รวมทั้งหมด 8 ครั้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้งๆละ 40 นาที โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการทดลองดังนี้

2.1 ก่อนที่จะดำเนินการทดลอง ขอให้บัณฑิตวิทยาลัย ออกหนังสือเพื่อเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่มีนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการทดลอง

2.2 ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณของดร.พิชากร แปลงประสพโชค

2.3 ดำเนินการทดลอง ทำการทดลองโดยใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณเป็นกิจกรรมในการฝึกตามลำดับดังนี้

ครั้งที่	วันเดือนปี	กิจกรรม	เวลา (นาที)
1.	28 / 2 / 2544	แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้าน อุปมาอุปไมย	20
2.	28 / 2 / 2544	กิจกรรมความคิดอุปมาอุปไมย	20
3.	2 / 3 / 2544	แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้าน การอนุมาน	20
4.	2 / 3 / 2544	กิจกรรมความคิดด้านการอนุมาน	20
5.	5 / 3 / 2544	แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้าน การสังเคราะห์ลำดับ	20
6.	5 / 3 / 2544	กิจกรรมความคิดการสังเคราะห์ลำดับ	20
7.	6 / 3 / 2544	แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้าน	20

		หลักฐานที่หายไป	
8.	7 / 3 / 2544	กิจกรรมความคิดหลักฐานที่หายไป	20
9.	9 / 3 / 2544	แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้าน ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น	20
10.	9 / 3 / 2544	กิจกรรมฝึกความคิดข้อมูลที่ตรง ประเด็นและไม่ตรงประเด็น	20

2.4 การทดสอบหลังการทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองตามเนื้อหาที่กำหนด จึงทำการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบ
วิธีการทดสอบ และวิธีการตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกันกับการทดสอบก่อนทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้าง
ความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีมาตรฐานตามเกณฑ์ 80 / 80

2. วิเคราะห์การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิจารณ์ของเด็กที่มี
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์โดยใช้สถิติ t – test statistic

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วนและอังกฤษ สายยศ .2538 :73)

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

เมื่อ

\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร
(ล้วนและอังกฤษ สายยศ .2538 :79)

$$\text{สูตร} \quad S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐาน

2.1 การหาค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$E_1 = \left(\frac{\sum \frac{x}{N}}{\frac{A}{A}} \right) \times 100$$

$$E_2 = \left(\frac{\sum \frac{x}{N}}{\frac{B}{B}} \right) \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ
(ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแต่ละหัวข้อคิดเป็นร้อยละ
จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน)

E_2 แทน ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ
(ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือพฤติกรรมที่เปลี่ยนในหัวข้อนั้น ๆ คิด
เป็นร้อยละ)

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียนที่นักเรียนทำได้

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียนที่นักเรียนทำได้

N แทน จำนวนนักเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

(เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต . 2526 : 53)

2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิจารณ์
 ญาณของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังใช้แบบฝึก
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ t – test statistic

(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ .2538 : 104)

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

เมื่อ $\sum D$ = ผลรวมของผลต่างระหว่าง คะแนนทดสอบก่อนเรียน
 และคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N = จำนวนผู้ทำข้อสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการทดลองโดยใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิด
วิจารณ์ญาณเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนความคิดวิจารณ์ญาณและความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของ
เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยนำเสนอเป็น 2
ตอน คือ

ตอนที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนการพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2

ตอนที่ 2 การศึกษาความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณทางก่อนและหลังการใช้แบบฝึก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test

**การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนการพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ
เสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2**

นำคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนละชุด คิดเป็นร้อยละ 80
และคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนด้วยแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความ
คิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละชุดคิดเป็นร้อยละ 80 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้
วิธีการทางสถิติ E_1/E_2 ได้ผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 คะแนน ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบฝึกคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มี
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คนที่	ผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์ระหว่าง ใช้แบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์หลัง ทำแบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ผลต่างของคะแนน ระหว่างและหลัง ใช้แบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
1.	17	18	1
2.	14	17	3
3.	20	15	-5
4.	14	15	1
5.	19	16	-3
6.	17	14	-3
7.	16	16	-
8.	17	17	-
9.	20	13	-7
10.	17	16	-1
11.	17	18	1
12.	11	9	-2
13.	18	17	-1
14.	19	14	-5
15.	20	14	-6
16.	20	15	-5
17.	17	14	-3
18.	16	15	-1
19.	18	16	-2
20.	14	12	-2
21.	14	18	4
22.	20	16	-4
23.	20	13	-7
24.	17	18	1

ตาราง 1 (ต่อ)

คนที่	ผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์ระหว่าง ใช้แบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์หลัง ทำแบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ผลต่างของคะแนน ระหว่างและหลัง ใช้แบบฝึก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
25	20	17	-3
26	16	17	1
27	19	15	-4
28	15	19	4
29	14	13	-1
30	16	15	-1
\bar{x}	17.30	16.56	1.3
S	2.27	1.47	2.89

จากตาราง 1 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระหว่างฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณ มีคะแนนรวมทั้งหมด 512 คะแนน คะแนนอยู่ระหว่าง 11-20 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 17.30 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.27 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณ มีคะแนนรวมทั้งหมด 497 คะแนน คะแนนอยู่ระหว่าง 9-18 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 16.56 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47 และผลต่างของคะแนนระหว่างและหลังใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณอยู่ระหว่าง - 7 - 4 และค่าเฉลี่ยของผลต่างเท่ากับ 1.3

ตาราง 2 ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิด
 วิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน		
	\bar{X}	S.D.	E ₁	\bar{X}	S.D.	E ₂
การคูณและการหาร	17.30	2.27	83.36	16.56	1.47	80.16

จากตาราง 2 แสดงว่าแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์
 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.36/80.16 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าประสิทธิ
 ภาของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์เป็นไปตาม
 เกณฑ์ 80 / 80โดยเมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

การศึกษาความคิดอย่างมีวิจารณ์ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์

ตาราง 3 คะแนน ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในความคิด
 วิจารณ์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้แบบแบบ
 ฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์

คนที่	ความสามารถในการ คิดวิจารณ์ ก่อนการทดลอง	ความสามารถในการคิด วิจารณ์ หลังการทดลอง	ผลต่างของคะแนน ความสามารถในการ คิดวิจารณ์
1	28	31	3
2	35	46	11
3	32	41	9
4	27	35	8
5	33	36	3
6	28	30	2
7	27	29	2

ตาราง 3 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการ คิดวิจารณ์ญาณ ก่อนการทดลอง	ความสามารถในการคิด วิจารณ์ญาณ หลังการทดลอง	ผลต่างของคะแนน ความสามารถในการ คิดวิจารณ์ญาณ
8	28	29	1
9	26	30	4
10	32	32	-
11	40	42	2
12	28	33	5
13	26	30	4
14	29	35	6
15	36	41	5
16	28	28	-
17	25	26	1
18	24	30	6
19	24	29	5
20	37	40	3
21	30	38	8
22	33	36	3
23	20	22	2
24	22	27	5
25	14	19	5
26	24	28	4
27	21	21	-
28	29	33	4
29	26	30	4
30	29	28	-1
\bar{X}	28.03	31.83	3.8
S	5.39	6.31	0.92

จากตาราง 3 แสดงว่าความสามารถในการคิดวิจารณ์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนรวมทั้งหมด 841 คะแนน คะแนนอยู่ระหว่าง 28 – 30 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 28.33 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.39 และความสามารถในการคิดวิจารณ์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ มีคะแนนรวมทั้งหมด 906 คะแนน คะแนนอยู่ระหว่าง 29 – 31 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 30.20 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.08 และผลต่างของคะแนนก่อนและหลังใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์อยู่ระหว่าง - 1 - 11 และค่าเฉลี่ยของผลต่างเท่ากับ 3.8

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ก่อนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษก่อนและหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์

ความคิดวิจารณ์	N	\bar{X}	SD	t
ก่อนการฝึก	30	28.03	5.39	7.41**
หลังการฝึก	30	31.83	6.31	

จากตาราง 4 แสดงว่าคะแนนความคิดวิจารณ์ก่อนเรียนด้วยแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์กับหลังเรียนด้วยแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่น คือ ความคิดวิจารณ์หลังเรียนด้วยแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนด้วยแบบฝึกเพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่าความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าสูงขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลของการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลของความคิดวิจารณ์ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณเป็นไปตามเกณฑ์ 80 / 80
2. ความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหัทธิโชคศึกษา เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์ คือ เด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์

สูงกว่าเด็กปกติ โดยวัดจากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์และใช้วิธีการพิจารณาจากครูประจำวิชา นักเรียน ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ และการสังเกตพฤติกรรมจากการร่วมกิจกรรมพิเศษนอกหลักสูตรที่จัดขึ้นโดยคัดเลือกมาจากกลุ่มประชากร ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ มีขั้นตอนดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| ขั้นที่ 1 | <ul style="list-style-type: none"> - การเสนอชื่อโดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ - การเสนอชื่อโดยนักเรียนในห้องเรียน - ดูผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ - การสัมภาษณ์ครู เด็ก ผู้ปกครอง |
| ขั้นที่ 2 | <ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาผลงานที่โดดเด่นทางคณิตศาสตร์ - ใช้กิจกรรมนอกหลักสูตร เสริมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วสังเกตพฤติกรรมขณะร่วมกิจกรรม - วัดจากแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ |
| ขั้นที่ 3 | <ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ คัดเลือกเด็กจำนวน 30 คน เพื่อนำมา เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป |

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ

1. แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนฝึก (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณให้นักเรียนและให้นักเรียนลงมือโดยให้เวลาทำแบบทดสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ตามที่ผู้วิจัยติดตั้งไว้ คือ จำนวน 30 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์
3. ผู้วิจัยอธิบายการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเบื้องต้น เพื่อทำความเข้าใจก่อนให้นักเรียนศึกษาบทเรียน

4. ให้นักเรียนเริ่มศึกษาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้วิจัยคอยสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำ เมื่อมีปัญหาการใช้บทเรียนในบางช่วง ในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อบันทึกไว้เป็นข้อมูลในการอภิปรายผลการทดลอง

5. เมื่อนักเรียนนำแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปฝึกจนครบ 8 คาบ ทำการทดสอบหลังฝึก (Post – test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับเดียวกันกับฉบับที่ใช้วัดก่อนเรียน แล้วบันทึกคะแนน

6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล หาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 และเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ญาณก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์มีค่าสูงขึ้น โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test statistic$

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80 / 80
2. ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนจากการทดสอบหลังการฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดวิจารณ์ญาณเพิ่มขึ้นก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80 / 80 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 80 / 80 ตามที่กำหนดไว้ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัฒนาและหาประสิทธิภาพได้ทำไปอย่างมีขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การออกแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆได้ทำการตรวจสอบทุกขั้นตอน นอกจากนั้นแล้วยังได้ทำการประเมินแบบฝึกโดยผู้เรียนจากกลุ่มเป้าหมายถึง 3 ครั้ง และมีการปรับปรุงแก้ไขจากความบกพร่องที่พบจากการสังเกตหรือการสัมภาษณ์ผู้เรียน จึงทำให้แบบฝึกนี้มีประสิทธิภาพตามตามที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับข้อคิดเห็นของเอสพิชและวิลเลียมส์ (Espich

and Williams . 1967 : 75 – 79) ที่ว่า ผลการวิเคราะห์บทเรียนตามเกณฑ์ 80 / 80 หากมีข้อบกพร่องและทำการแก้ไขให้เป็นไปตามเกณฑ์ บทเรียนนั้นจะมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพตามที่ต้องการ และยังคงคล้องกับงานวิจัยของมอลดีน (Mauldin . 1996) ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียว่าต้องมีขั้นตอนการพัฒนาตามรูปแบบดังนี้ คือ การออกแบบฐานข้อมูล การพัฒนาฐานข้อมูล การทดสอบฐานข้อมูล การปรับปรุงข้อมูลและการนำไปใช้ ซึ่งถ้ามีการพัฒนาตามขั้นตอนดังกล่าวจะได้ข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจาร์ณญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80 / 80

2. เปรียบเทียบความคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณก่อนและหลังการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจาร์ณญาณสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผลการวิจัยพบว่าความคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณของนักเรียนหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจาร์ณญาณ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ซึ่งผลการศึกษาคั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ เซฟเฟอร์ shepherd (1998: บทคัดย่อ) ที่ใช้วิธีเรียนแบบโต้สวนเป็นเครื่องมือในการฝึกความคิดวิจาร์ณญาณในระดับเกรด 4 สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ พบว่าเด็กที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีความคิดวิจาร์ณญาณเพิ่มขึ้นและยังคงคล้องกับผลการศึกษาของ สมัต อาบสุวรรณ. (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณด้านการตัดสินใจ ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 นอกจากนี้จากการวิจัยของ มลิวลีย์ สมศักดิ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดวิจาร์ณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80 / 80 การคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณของนักเรียนที่ทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้พัฒนาความคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 สาเหตุที่ผลการทดลองได้ผลดังนี้เนื่องมาจาก

2.1 แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจาร์ณญาณที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านเนื้อหาวิชา ด้านของความคิดวิจาร์ณญาณในรูปแบบต่าง ๆรวมทั้งด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 จึงเป็นแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพเพียง

พอในการที่จะนำไปให้นักเรียนใช้ฝึกเพื่อเสริมสร้างความคิดดังกล่าว และแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพเพียงพอจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังงานวิจัยของ บุญสืบ พันธุดี (2537: บทคัดย่อ) วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มีผลทำให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2 การพัฒนาแบบฝึกเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีนิยามขอบเขตการคิดและกระบวนการคิดที่ชัดเจนและเป็นระบบ ในแต่ละตอนของแบบฝึกจะประกอบด้วยกระบวนการของความคิดในด้านต่างๆ เช่น ด้านอุปมาอุปไมย ด้านการอนุมาน ด้านการสังเคราะห์ลำดับ การหาข้อมูลที่ขาดหายและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ซึ่งในแต่ละด้านของความคิดเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของความคิดวิจารณ์ญาณ ดังที่คอสตา (Costa) ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง กระบวนการใช้ทักษะการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะการคิดที่กล่าวมาข้างต้นหมายถึงการเปรียบเทียบความแตกต่าง (Contrasting) วิธีการอุปมาอุปไมย การพิจารณากรณีเฉพาะ (Generalizing) การจำแนก การจัดจำพวก วิธีการอนุมาน การหยั่งเห็น การหากฎเกณฑ์ของลำดับ การเรียนลำดับเหตุการณ์หรือเหตุผล การปรับให้สมเหตุสมผล การหาความสัมพันธ์ การประเมินผล การหารูปแบบ (พิซากร แปลงประสพโชค. 2540 : 16 อ้างอิงจาก ; Costa : 1985) นอกจากนี้วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจะต้องประกอบด้วยทักษะของความคิดในด้านต่างๆ เช่น การอุปมาอุปไมย การอนุมาน การตีความ การประเมินและการอ้างเหตุผล (ชานาญ เอี่ยมสำอาง. 2540 : 65 – 68 ; อ้างอิงมาจาก Watson and Glaser . 1964 : 24) จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนก่อนฝึกและหลังฝึกมีค่าสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการฝึกด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนส่วนมากจะมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้นในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจะใช้ได้ง่ายและสะดวกต่อการเรียนหรือการฝึกมากที่สุด โดยคำนึงถึงว่าผู้เรียนไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถใช้งานได้

2. ควรมีการร่วมมือกันของคณะครูอาจารย์และผู้ที่มีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสื่อการสอนใหม่ๆและวางแผนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมเพื่อสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิด วิเคราะห์ในเนื้อหาวิชาต่างๆให้มากขึ้น เนื่องจากสภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันตามสถานศึกษาต่างๆทุกระดับมีอย่างทั่วถึง และนับวันจะเข้ามามีส่วนในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ยังคงขาดซอฟต์แวร์ของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรมีการส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มากขึ้น

2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดในด้านอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดในการแก้ปัญหา ความคิดในการตัดสินใจ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง . เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย . กรุงเทพฯ : บริษัทเอ็ดมัน เพรส
โปรดักส์ จำกัด . 2536 .
- โกวิท ประวาลพุกษ์ . การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคตตามหลักสูตรการ
ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การ
ศาสนา , 2533.
- _____ . สรุปคำบรรยายเรื่องรูปแบบการสอนความคิด ค่านิยม จริยธรรม และทักษะ
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2535 .
- ชินษรฐา ชานนท์ . " เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน , " เทคโนโลยีทางการ
ศึกษา . หน้า 9 - 13 , (ฉบับปฐมฤกษ์) 2532.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , สำนักงาน . รายงานการวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง . กรุงเทพฯ :
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , 2544 .
- จักรภพ ศรีงาม . การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดสมการและอสมการ .
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2539 . ถ่ายเอกสาร.
- ฉันทนา ภาคบงกช . สอนให้เด็กคิด และพัฒนาทักษะการคิดเพื่อคุณภาพชีวิตและ
สังคม . กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2528.
- _____ . เอกสารประกอบการสอนวิชา ป.ว. 541. การศึกษาสำหรับผู้ปกครอง .
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2531.
- _____ . เอกสารประกอบการสอนวิชา ป.ว. 531. กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย .
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2535.
- ชาลิณี เอี่ยมศรี . การพัฒนาแบบสอบการคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 . วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536 .
- เชิดศักดิ์ ไชวาสินธุ์ การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด .
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2530 .

- ชำนาญ เอี่ยมสำอางค์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบสอบสวนสืบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. ถ่ายเอกสาร
- ดุขฎิ บริพัตร ณ อยุธยา , หม่อม . เด็กปัญญาเลิศ . กรุงเทพฯ : ปาณยา , 2531.
- ทักษิณา สนวนานท์ . คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา . กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา. 2530.
- ธนา นิลชัยโกวิท. คุยกันเรื่องความคิดกับ ศ. น.พ. ประเวศ วะสี พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มูลนิธิโกมลคีมทอง .2541.
- นิตติยา ปภาพจน์ . การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น . วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2540 .ถ่ายเอกสาร.
- นิพนธ์ วงศ์เกษม . ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิจารณ์ญาณและความสนใจในอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี . วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2534 . ถ่ายเอกสาร.
- บุญเลิศ ทัดดอกไม้ . การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดวิชาการถ่ายภาพเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2538. ถ่ายเอกสาร.
- บุษกร คำคง . ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสงขลา . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2542 .ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้ทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2533. ถ่ายเอกสาร
- เบญจวรรณ ศรีโยธิน. ผลการสอนทฤษฎีทางพยาบาลที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ พ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539. ถ่ายเอกสาร
- บำรุง ใหญ่สูงเนิน . การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อเสริมความรู้เกี่ยวกับการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของครูประถมศึกษา . วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539. ถ่ายเอกสาร.

- ประเวศ วะสี . ปฏิรูปการศึกษา ยกเครื่องทางปัญญาทางรอดจากความหายนะ.
กรุงเทพฯ : มุลนิธิสตรี้ – สฤษดิ์วงศ์ . 2542 .
- _____ . ยุทธศาสตร์ทางปัญญาของชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : บริษัท
อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) . 2539.
- ผดุง อารยะวิญญู . ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา .กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ด
ยูเคชั่นจำกัด. 2527.
- _____ . การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ . พิมพ์ครั้งที่ 2 .
กรุงเทพฯ : แวนแก้ว , 2539.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ . กรุงเทพฯ :
ฟิงเกอร์พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย . 2536 .
- พิชากกร แปลงประสพโชค . การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ . ปรินญาณีพนธ์
กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2539. ถ่ายเอกสาร
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ . การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษา
ครู. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.
- มลิวลัย สมศักดิ์ รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปรินญาณีพนธ์ กศ.ด.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2540. อัดสำเนา .
- ยีน กูว์รวรรณ . " การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน , " วารสารจันทร์เกษม .
6 (8) : 102 – 106 ; มีนาคม 2529 .
- เยาวพา เดชะคุปต์ . รายงานการวิจัยความสามารถทางสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นเด็กเล็กในโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- ล้วน และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
สรวิยาสาส์น, 2538.
- วารินทร์ รัตมีพรหม . " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน , " วารสารจันทร์เกษม . 4 (1) : 69 – 76 ;
กันยายน 2535
- _____ . สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย .
กรุงเทพฯ :ชวนพิมพ์ , 2531 .

- วินัย ดำสุวรรณ . รายงานการวิจัยเรื่องผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณ์เกณฑ์ที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณ์และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 . ภาควิชาการศึกษา(หน่วยงานโรงเรียนสาธิต) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2538.
- วิไลวรรณ ปิยปรภรณ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2535. ถ่ายเอกสาร
- วรรณดา บุญนิม. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2541 ถ่ายเอกสาร
- ศิริชัย สงวนแก้ว . " แนวทางพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน , " Computer Review.78 : 175 ; กุมภาพันธ์ 2534 .
- ศรียา นียมธรรม. การวัดและประเมินผลทางการศึกษาพิเศษ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ P.A. ART & PRINTING CO. , LTD . 2541.
- สมัด อาบสุวรรณ. การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการตัดสินใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539. ถ่ายเอกสาร
- สายสมร ทองคำ. กระบวนการสอนเพื่อสร้างลักษณะการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 . วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533 . ถ่ายเอกสาร .
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. " บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน, " สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา . กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531 .
 _____ . " เทคนิคการออกแบบเรียนแบบ Tutorial โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน , " ครุศาสตร์ . ปีที่ 16 ; มกราคม – มีนาคม 2531 .
 _____ . " ใครจะเป็นผู้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, " เอกสารประกอบการอบรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531 .
 _____ . คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2535 .

- สุขสม โถวเจริญ. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนพยาบาล
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาคใต้ . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2541. ถ่ายเอกสาร
- สุโขทัยธรรมมาธิราช , มหาวิทยาลัย . " คอมพิวเตอร์สำหรับประชาชนทั่วไป ," เอกสาร
ประกอบคำสอนรายวิชา . นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช , 2530.
- สุมาลี จันทร์ชลอ . ผลของการฝึกทักษะการรู้จักคิดต่อการคิดรวบยอด . ปริญญานิพนธ์ กศ.ด .
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2533. ถ่ายเอกสาร .
- เสาวณีย์ สีขาวัดชิต . เทคโนโลยีการศึกษา . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ . 2528.
- สังคม ภูมิพันธ์ . ความคิดวิจารณ์ญาณ . มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม . 2533 .
- สมเจตน์ ไวยาการณ์ . รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล .
ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2539.
ถ่ายเอกสาร.
- อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง . " การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi & Trollip ,"
เอกสารประกอบการอบรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531 .
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
กราฟแมนเพรส จำกัด . 2531.
- อรพรรณ พรสีมา . การพัฒนาด้านการคิดและสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนในโครงการนำร่องศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน . รายงานการ
วิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2539 .
- _____ . เทคโนโลยีทางการสอน . กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินติ้งเฮาส์ , 2530.
- อารี สัญหณี . รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ . กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ,
2540.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข . วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ : เอกสารประกอบการสอน กพ.554 . ภาควิชา
การศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2537 .
- _____ . ฝึกลูกรักให้เป็นนักคิด . หนังสือชุดสร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ . กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์แฟมิลี่ไคเรค จำกัด . 2542 .
- _____ . รายงานการวิจัยประกอบร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ การ
ศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ . กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2541.

- อุษณีย์ โพธิสุข . โรงเรียนจะพัฒนาอัจฉริยภาพเด็กได้อย่างไร. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน, 2540.
- Adams , Dennis M. New designs for Teaching and Learning : Promoting active Learning in tomorrow ' s schools . San Francisco : Jossey – Bass Publishers, 1994.
- Aleesi , S.M. and S.Trollip .Computer Based Instruction Method and Development . New Jersey : Prentice – Hall Inc . , 1985.
- Bodi , S . “ Critical Thinking and Bibliographic Instruction : The Relationship , ” The Journal of Academic Librarianship . 14 (3) : 150 – 153 ; July , 1988 .
- Costa , A.L. Develop minds : A Resources Book for Teaching Thinking . Alexandria , VA : Association for Supervision and Curriculum Development , 1985 .
- Dennis, Adams M. and Mary , E Hamm . Cooperative Learning : Critical Thinking and Collaboration across the Curriculum. Springfield : Charles C Thomas , 1990 .
- Dewey , J . T . How We Think . New York : D.C. Heath and Company , 1933.
- Dreyfus , Francine L. “ The use of Computer Assisted Instruction By Young Children With Disabilities : A Survey Of Preschool Programs In New York State , ” Dissertation Abstracts International . 58 (3) : 816 – A ; September,1997.
- Ennis , Robert H. “ A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill ”. Educational Leadership . 43 (2) ; April , 1991
- Gagne ' , R.M., L.j. Briggs and W. Wager . Principles of Instruction Design . Forth Worth : Holt Rinchart and Winston , 1988 .
- Gagne ' , R.M. W. Wager and Rojas . “ Planning and Authoring Computer – Assisted Instruction Lessons , ” Educational Technology . 21 (9) : 17-26 ; June ,1981 .
- Good , Carter . V . Dictionary of Education .New York : McGraw – Hill Book Company , 1989.
- Hall , K.A . “Computer –Base Education , ” Encyclopedia of Education Research . V .3 326 – 353 . ed . by Harold E.M, New York : Free Press , 1982 .

- Halsted , Sarah E . Washington . “ Facilitating Creative And Critical Thinking In Middle School Science ,” Dissertation Abstracts International . 37 (1) : 47 – A ; February , 1999.
- Hannafin , M.J. and K. L. Peck . The Design Development and Evaluation of Instructional software . New York : Macmillan Publishing Company , 1938.
- Hollaway , David Patrick . “Computer – Assisted Instruction : The effects of an authentic learning application in elementary mathematics ,” Dissertation Abstracts International . 36(5) : 1227 – A ; October , 1998.
- Hudgins , Bryce B. Learning and Thinking . Illinois : F.E. Peacock Publishers , 1977.
- Jay , T.B. “ The cognitive Approach to computer Course Ware Design and Evaluation ,” Educational Technology . 22(5) : 22 –26 ; July, 1983.
- Jersey : Lawrence Erlbaum Associates , Publishers Jill H. Larkin and Ruth W. Chabay . Computer – Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems : Share Goals and Complementary Approches.Hillsdale , New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates , Publishers , 1992.
- Jonassen , D.h. and W.H. Hannum . “ Research Based Principles For Designing Computer ,” Educational Technology . 27 (12) : 7 –14 ; December, 1987 .
- Joyce , Bruce . “ Model for Teaching Thinking ” Journal of Educational leadership . 42(8) ; 63 ; May , 1985 .
- Judith W . Segal , Susan F . Chipman and Robert Glaser . Thinking And Learning Skills Volume i Relating Instruction to Research . Hillsdale , New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates , Publishers.
- Nickerson , Raymon S. “ Kind of Thinking Taught in Current Program ,” Journal of Educational leadership . 42(1) : 26 – 36 ; September , 1984 .
- Norris , S.P. “ Synthesis of Research on Critical Thinking .” Educational Leadership .42 (8) : 40 –45 ; May , 1985 .
- Peter , Desberg . Hyper InterActive CAI : Using Hyper Card to Develop Computer – Assisted Instruction . Massachusetts: A Division of Paramount Publishing , 1994.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตารางที่ 3 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบฝึกความคิด
 วิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและหาร

ข้อที่	P	R
1	0.84	0.03
2	0.53	0.25
3	0.77	0.03
4	0.60	0.65
5	0.86	0.20
6	0.65	0.41
7	0.70	0.31
8	0.46	0.24
9	0.87	0.17
10	0.79	0.24
11	0.89	0.13
12	0.86	0.14
13	0.98	0.03
14	0.83	0.13
15	0.67	0.03
16	0.78	0.27
17	0.77	0.30
18	0.74	0.20
19	0.75	0.27
20	0.87	0.24

ตาราง 4 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบฝึกความคิด
 วิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและหาร

ข้อที่	P	R
21	0.78	0.27
22	0.89	0.25
23	0.22	0.37
24	0.67	0.24
25	0.27	0.27
26	0.65	0.21
27	0.84	0.11
28	0.70	0.37
29	0.51	0.34
30	0.72	0.27
31	0.55	0.62
32	0.84	0.24
33	0.65	0.37
34	0.77	0.37
35	0.48	0.41
36	0.78	0.27
37	0.77	0.30
38	0.74	0.20
39	0.75	0.27
40	0.87	0.24

ตาราง 5 คะแนนผลของความคิดวิจารณ์ก่อนฝึกกับหลังการฝึกด้วยแบบฝึก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์สำหรับเด็กที่มีความสามารถ
พิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Pre – test (64 คะแนน)	Post – test (64 คะแนน)	D	D ²
1	28	31	3	9
2	35	46	11	121
3	32	41	9	81
4	27	35	8	64
5	33	36	3	9
6	28	30	2	4
7	27	29	2	4
8	28	29	1	1
9	26	30	4	16
10	32	32	0	0
11	40	42	2	4
12	28	33	4	16
13	26	30	6	36
14	29	35	-1	1
15	36	41	2	4

ตาราง 6 คะแนนผลของความคิดวิจารณ์ก่อนฝึกกับหลังการฝึกด้วยแบบฝึก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์สำหรับเด็กที่มีความสามารถ
พิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Pre – test (50 คะแนน)	Post – test (50 คะแนน)	D	D ²
16	28	28	0	0
17	25	26	1	1
18	24	30	6	36
19	24	29	5	25
20	37	40	3	9
21	30	38	8	64
22	33	36	3	9
23	20	22	2	4
24	22	27	5	25
25	14	19	5	25
26	24	28	4	16
27	21	21	0	0
28	29	33	4	16
29	26	30	4	16
30	29	28	-1	1

ตาราง 7 คะแนนแบบฝึกและแบบทดสอบของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้าง
 ความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถม
 ศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนแบบฝึก (20 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ (20 คะแนน)
1	17	18
2	14	17
3	20	15
4	14	15
5	19	16
6	17	14
7	16	16
8	17	17
9	20	13
10	17	16
11	17	18
12	11	9
13	18	17
14	19	14
15	20	14

ตาราง 8 คะแนนแบบฝึกและแบบทดสอบของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้าง
 ความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 4

คนที่	คะแนนแบบฝึก (20 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ (20 คะแนน)
16	20	15
17	17	14
18	16	15
19	18	16
20	14	12
21	14	18
22	20	16
23	20	13
24	17	18
25	20	17
26	16	17
27	19	15
28	15	19
29	14	13
30	16	15

ภาคผนวก ข

แบบฝึกหัดความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์

แบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....

ด้านอุปมาอุปไมย

ตัวอย่าง มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4 สลึง เป็น 1 บาท

4 บาท เป็น 1 ตำลึง

20 ตำลึงเป็น 1 ชั่ง

ถ้ามีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงิน.....บาท

ก. 2 บาท ข. 3 บาท ค. 4 บาท ง. 5 บาท (เฉลย ข้อ ค)

1. ชักผ้า 15 ชิ้น ต้องใช้ผงซักฟอก 3 ช้อน

ดังนั้นถ้าชักผ้า 30 ชิ้น ต้องใช้ผงซักฟอก.....ช้อน

ก. 6 ช้อน ข. 7 ช้อน ค. 5 ช้อน ง. 4 ช้อน

2. ไข่ไก่ 15 ฟอง ราคา 20 บาท

ไข่ไก่ 45 ฟอง ราคา.....บาท

ก. 30 บาท ข. 40 บาท ค. 50 บาท ง. 60 บาท

3. จัดอาหารกลางวันให้นักเรียน 250 คน ต้องใช้ข้าวสาร 10 ถุง

จัดอาหารกลางวันให้นักเรียน 1000 คน ต้องใช้ข้าวสาร.....ถุง

ก. 30 ถุง ข. 40 ถุง ค. 50 ถุง ง. 60 ถุง

4. ปลูกข้าวโพดจำนวน 400 ไร่ ต้องใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัม

ปลูกข้าวโพดจำนวน 1200 ไร่ ต้องใช้ปุ๋ยเคมี.....กิโลกรัม

ก. 45 ถุง ข. 55 ถุง ค. 65 ถุง ง. 75 ถุง

5. 1 ไมล์ , 1760 หลา

72 นิ้ว ,

ก. 2 ฟุต ข. 3 ฟุต ค. 6 ฟุต ง. 12 ฟุต

6. $10 \div 5$, 2 $24 \div 3$,

ก. 8 ข. 6 ค. 10 ง. 12

ตัวอย่าง เงิน 1 บาทจำแนกตามมูลค่าของเหรียญ 25 สตางค์ เหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 1 บาท ได้ 4 กลุ่ม แตกต่างกันดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เหรียญ 25 สตางค์ 4 เหรียญ
- กลุ่มที่ 2 เหรียญ 25 สตางค์ 2 เหรียญและเหรียญ 50 สตางค์ 1 เหรียญ
- กลุ่มที่ 3 เหรียญ 50 สตางค์ 2 เหรียญ
- กลุ่มที่ 4 เหรียญ 1 บาท 1 เหรียญ

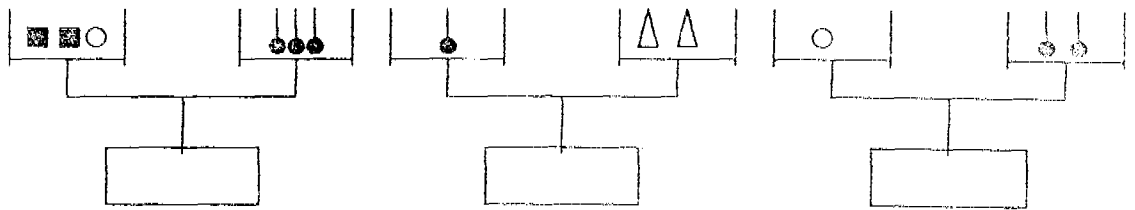
1. เงิน 1 บาท 50 สตางค์ จำแนกตามมูลค่าของเหรียญ 25 สตางค์ เหรียญ 50 สตางค์และเหรียญ 1 บาท ได้ทั้งหมดกี่กลุ่มแตกต่างกัน

- ก. 4 กลุ่ม ข. 5 กลุ่ม ค. 6 กลุ่ม ง. 7 กลุ่ม

2. เงิน 2 บาท จำแนกตามมูลค่าของเหรียญ 25 สตางค์ เหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 1 บาท ได้ทั้งหมดกี่กลุ่มแตกต่างกัน โดยที่แต่ละกลุ่มจะต้องมีเหรียญ 50 สตางค์อย่างน้อย 1 เหรียญ

- ก. 4 กลุ่ม ข. 5 กลุ่ม ค. 6 กลุ่ม ง. 7 กลุ่ม

3. รูปต่อไปนี้ใช้สำหรับข้อ 3 และ ข้อ 4



3. $\blacksquare \circ = ?$

- ก. $\bullet \bullet \triangle$ ข. $\bullet \bullet \triangle \triangle$ ค. $\bullet \triangle \triangle \triangle$ ง. $\triangle \triangle \triangle \triangle \triangle$

4. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $\circ = \triangle \triangle \triangle \triangle$ ข. $\blacksquare \bullet = \triangle \triangle \triangle \triangle$
 ค. $\circ \triangle \triangle = \bullet \blacksquare \blacksquare$ ง. $\circ \circ = \blacksquare \bullet \bullet \triangle \triangle$

5. 1 ไมล์ คู่กับ 1760 หลา

6 ฟุต คู่กับ อะไร

- ก. 2 หลา ข. 3 วา ค. 72 นิ้ว ง. 180 ซม.

6. $10 \div 5$ คู่กับ 2×1

$24 \div 3$ คู่กับ อะไร

- ก. 4×2 ข. 8×1 ค. 2×4 ง. 1×8

ด้านหลักฐานที่ขาดหายไป

ตัวอย่าง จงใส่เครื่องหมาย () ลงในชุดของตัวเลข แล้วให้ได้คำตอบตามที่กำหนดให้

โจทย์ $1 + 3 \times 3 + 4$ ให้ได้คำตอบ 14

แนวตอบ ต้องนำ () ไปใส่ที่ 3×3 ดังนี้ $1 + (3 \times 3) + 4 = 14$

1. โจทย์ $4 \times 3 - 2 + 9$ ให้ได้คำตอบ 1

ก. $(4 \times 3) - 2 + 9$ ข. $(4 \times 3) - (2 + 9)$

ค. $4 \times (3 - 2) + 9$ ง. $4 \times 3 - 2 + 9$

2. โจทย์ $144 \times 56 - 49 \div 7$ ให้ได้คำตอบ 144

ก. $144 \times 56 - (49 \div 7)$ ข. $(144 \times 56) - 49 \div 7$

ค. $(144 \times 56) - (49 \div 7)$ ง. $144 \times (56 - 49) \div 7$

3. โจทย์ $810 \div 9 + 4 \times 5$ ให้ได้คำตอบ 110

ก. $810 \div 9 + 4 \times 5$ ข. $810 \div 9 + (4 \times 5)$

ค. $(810 \div 9) + (4 \times 5)$ ง. $810 \div (9 + 4) \times 5$

4. โจทย์ $90 - 8 \times 6 \div 3$ ให้ได้คำตอบ 14

ก. $(90 - 8) \times (6 \div 3)$ ข. $90 - (8 \times 6) \div 3$

ค. $(90 - 8) \times 6 \div 3$ ง. $90 - 8 \times (6 \div 3)$

5. โจทย์ $2 + 4 \times 3 - 6$ ให้ได้คำตอบ 8

ก. $2 + 4 \times (3 - 6)$ ข. $(2 + 4) \times 3 - 6$

ค. $2 + (4 \times 3) - 6$ ง. $(2 + 4) \times (3 - 6)$

จงเติมเครื่องหมาย +, -, \times , \div ให้ได้ค่าตามที่กำหนด

6. $(17 \square 11) \square (3 \square 6) = 10$

ก. +, -, \times ข. \times , \div , +

ค. -, +, \times ง. \times , -, +

7. $(25 \square 5) \square (15 \square 3) = 25$

ก. +, -, \times ข. \div , \times , +

ค. -, +, \times ง. \div , \times , \div

8. $(40 \square 8) \square (16 \square 2) = 6$

ก. +, \div , \times ข. \times , \div , +

ค. +, \div , \div ง. \times , -, +

ด้านการอนุมาน

ตัวอย่าง แป๊ะ , ป้อม , ปั้น และ ปู่ มีอายุ 8 , 10 , 14 , และ 16 ปี
 ปั้น อายุมากกว่า ปู่ และอายุน้อยกว่า แป๊ะ
 ป้อม อายุน้อยกว่า ปั้น และอายุมากกว่า ปู่
 ใครมีอายุเท่าไร

แนวตอบ แป๊ะอายุ 16 ปี , ปั้นอายุ 14 ปี , ป้อมอายุ 10 ปี , ปู่ อายุ 8 ปี

1. ส้มเขียวหวาน 10 ผล ราคาเท่ากับแอปเปิ้ล 2 ผล แอปเปิ้ล 5 ผลมีราคาเท่ากับ

ส้มโอ 1 ผล ถ้าส้มโอราคาผลละ 50 บาท ส้มเขียวหวานราคาผลละเท่าไร

ก. ส้มเขียวหวานผลละ 1 บาท ข. ส้มเขียวหวานผลละ 2 บาท

ค. ส้มเขียวหวานผลละ 3 บาท ง. ส้มเขียวหวานผลละ 4 บาท

2. เนื้อกุ้ง 1 ก.ก. มีราคาแพงกว่าเนื้อไก่ 2 ก.ก.อยู่ 200 บาท เนื้อหมู 1 ก.ก. มีราคาเท่ากับเนื้อไก่ 3 ก.ก. ถ้าเนื้อหมูราคา ก.ก.ละ 180 บาท เนื้อกุ้งราคา ก.ก.ละเท่าไร

ก. เนื้อกุ้งกิโลกรัมละ 320 บาท ข. เนื้อกุ้งกิโลกรัมละ 340 บาท

ค. เนื้อกุ้งกิโลกรัมละ 360 บาท ง. เนื้อกุ้งกิโลกรัมละ 380 บาท

3. สมชาย , สมศักดิ์ , สมศรี , และ สมหญิง มีอายุ 18 ปี , 20 ปี , 24 ปี และ 26 ปี

สมศรีมีอายุมากกว่าสมหญิงและอายุน้อยกว่าสมชาย

สมศักดิ์อายุน้อยกว่าสมศรีและอายุมากกว่าสมหญิง

ใครมีอายุเท่าไร

ก. สมชายอายุ 20 ปี , สมศักดิ์อายุ 18 ปี , สมศรีอายุ 24 ปี และ สมหญิง 26 ปี

ข. สมชายอายุ 26 ปี , สมศักดิ์อายุ 20 ปี , สมศรีอายุ 24 ปี และ สมหญิง 18 ปี

ค. สมชายอายุ 24 ปี , สมศักดิ์อายุ 26 ปี , สมศรีอายุ 18 ปี และ สมหญิง 20 ปี

ง. สมชายอายุ 18 ปี , สมศักดิ์อายุ 24 ปี , สมศรีอายุ 20 ปี และ สมหญิง 26 ปี

4. จิว , จอม , เจียบ และ จุก มีน้ำหนัก 28 กิโลกรัม , 30 กิโลกรัม , 34 กิโลกรัม และ 36 กิโลกรัม

เจียบมีน้ำหนักมากกว่าจุกและน้ำหนักน้อยกว่าจิว

จอมมีน้ำหนักน้อยกว่าเจียบและมากกว่าจุก

ใครมีน้ำหนักเท่าไร

- ก. จี๊ว 36 กิโลกรัม ,จอม 30 กิโลกรัม,เจี๊ยะบ 34 กิโลกรัม , จุก 28 กิโลกรัม
 ข. จี๊ว 30 กิโลกรัม ,จอม 28 กิโลกรัม,เจี๊ยะบ 36 กิโลกรัม , จุก 34 กิโลกรัม
 ค. จี๊ว 28 กิโลกรัม ,จอม 30 กิโลกรัม,เจี๊ยะบ 34 กิโลกรัม , จุก 36 กิโลกรัม
 ง. จี๊ว 34 กิโลกรัม ,จอม 36 กิโลกรัม,เจี๊ยะบ 28 กิโลกรัม , จุก 30 กิโลกรัม
5. แดง , ดำ , ดาว และเดือน มีเงินเดือน 4,500 บาท , 5,000 บาท , 6000 บาท และ 7,000 บาท
 ดาวมีเงินเดือนมากกว่า เดือน และน้อยกว่าแดง
 ดำมีเงินเดือนน้อยกว่า ดาว และมากกว่า เดือน
 ใครมีเงินเดือนเท่าไร
 ก. แดง 4,500 บาท, ดำ 5,000 บาท, ดาว 6,000 บาท , เดือน 7,000 บาท
 ข. แดง 5,000 บาท, ดำ 4,500 บาท, ดาว 7,000 บาท ,เดือน 6,000 บาท
 ค. แดง 6,000 บาท, ดำ 5,000 บาท, ดาว 4,500 บาท ,เดือน 7,000 บาท
 ง. แดง 7,000 บาท, ดำ 5,000 บาท, ดาว 6,000 บาท , เดือน 4,500 บาท
6. โจ , ก้อง , อิงค์ และอ๋า มีความสูง 170 เซนติเมตร , 175 เซนติเมตร , 180 เซนติเมตร และ 185 เซนติเมตร
 อิงค์มีความสูงมากกว่าอ๋า และน้อยกว่า โจ
 ก้องมีความสูงน้อยกว่า อิงค์และมากกว่า อ๋า
 ใครมีความสูงเท่าไร
 ก. โจ 170 ซม., ก้อง 180 ซม. , อิงค์ 175 ซม. , อ๋า 185 ซม.
 ข. โจ 180 ซม., ก้อง 185 ซม. , อิงค์ 170 ซม. , อ๋า 175 ซม.
 ค. โจ 185 ซม. , ก้อง 175 ซม. , อิงค์ 180 ซม. , อ๋า 170 ซม.
 ง. โจ 175 ซม., ก้อง 170 ซม. , อิงค์ 185 ซม. , อ๋า 180 ซม.
7. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสองหลัก เลขทั้งสองตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 4 และเมื่อนำมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 0 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด
 ก. 30 ข. 40 ค. 50 ง. 60
8. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสามหลัก เลขทั้งสามตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 12 และเมื่อนำเลขทั้งสามมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 50 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด
 ก. 480 ข. 255 ค. 426 ง. 372

ด้านการสังเคราะห์ลำดับ

ตัวอย่าง มีเลขอยู่ชุดหนึ่งจัดเรียงตามลักษณะนี้

- | | | | |
|----|---------|----|------|
| 1. | 1 | 2. | 1, 2 |
| 3. | 1, 2, 3 | 4. | ? |

แนวตอบ เป็นการนับเพิ่มทีละหนึ่ง ดังนั้นคำตอบคือ 1, 2, 3, 4

1. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

- | | | | |
|----|---------------|----|---------------|
| 1. | 3×37 | 2. | 5×39 |
| 3. | 7×41 | 4. | ? |

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือ

- | | | | |
|----|----------------|----|----------------|
| ก. | 9×41 | ข. | 9×43 |
| ค. | 11×40 | ง. | 11×43 |

2. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

- | | | | |
|----|----|----|----|
| 1. | 16 | 2. | 25 |
| 3. | 36 | 4. | ? |

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือ

- | | | | |
|----|----|----|----|
| ก. | 39 | ข. | 45 |
| ค. | 54 | ง. | 49 |

3. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

- | | | | |
|----|-----|----|----|
| 1. | 27 | 2. | 54 |
| 3. | 108 | 4. | ? |

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือ

- | | | | |
|----|-----|----|-----|
| ก. | 200 | ข. | 144 |
| ค. | 216 | ง. | 196 |

4. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

- | | | | |
|----|------|----|------|
| 1. | 1234 | 2. | 1243 |
| 3. | 1324 | 4. | ? |

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือ

ก. 1342

ข. 1423

ค. 3124

ง. 3412

5. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 123

2. 123456

3. 123456789

4. ?

ดังนั้นเลขชุดนี้คือ

ก. 12345678910

ข. 1234567891011

ค. 123456789101112

ง. 12345678910111213

6. จงศึกษาว่าเลขในช่องว่างตรงกับข้อใด

1	1	10
2	4	

0	1	25
3	8	

3	1	..
5	4	

ดังนั้นเลขชุดนี้คือ

ก. 20

ข. 24

ค. 21

ง. 26

7. จงศึกษาว่าเลขในช่องว่างตรงกับข้อใด

9	6	27
4	5	

10	4	30
2	3	

13	8	..
4	6	

ดังนั้นเลขชุดนี้คือ

ก. 52

ข. 54

ค. 56

ง. 50

8.. ตัวเลขในช่องว่างตรงกับข้อใด

	5	9
4		
97		23
	60	37

ดังนั้นเลขชุดนี้คือ

ก. 20

ข. 14

ค. 16

ง. 19

ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น

ตัวอย่าง เงาะโรงเรียนราคา กิโลกรัมละ 25 บาท มีเงินอยู่ 250 บาท จะซื้อ
เงาะได้กี่กิโลกรัม

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
 - ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
 - ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น
- แนวตอบ ข้อ ข ข้อมูลที่ให้มาสามารถหาคำตอบได้ คือ 10 ก.ก.

1. มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 200 คน ต้องการไปทัศนศึกษาที่พิพิธภัณฑ์สัตว์
น้ำที่ชลบุรี โดยใช้รถโดยสารปรับอากาศ อยากทราบว่าต้องใช้รถโดยสารปรับ
อากาศกี่คัน

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

2. เกษตรกรคนหนึ่งซื้อสัตว์มาเลี้ยง 80 ตัว ด้วยเงิน 5000 บาท เขาซื้อสัตว์มา
ชนิดละกี่ตัว ถ้าลูกไก่ราคาตัวละ 20 บาท ลูกเป็ดราคาตัวละ 40 บาท ลูกหมูราคาตัวละ
80 บาท

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

3. เนื้อไก่ 3 กิโลกรัม ราคา 150 บาท เนื้อหมู 2 กิโลกรัมราคา 240 บาท เนื้อ
ปลา มีราคา กิโลกรัมละเท่าไร

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

4. มีนกและเต่ารวมกันอยู่ 8 ตัว มีขาของสัตว์รวมกันอยู่ 20 ขา อยากทราบว่า
มีนกกี่ตัวและเต่าอยู่กี่ตัว

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

5. ดำได้รับช็อกโกแลตจากแม่ 1 กล่องแดงได้รับ 2 กล่อง แต่ละกล่องมีช็อกโกแลตเท่ากัน รวมช็อกโกแลตทั้งหมดเป็น 27 ชิ้น ในแต่ละกล่องมีช็อกโกแลตกี่ชิ้น

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

6. ซาลาเปาลูกละ 5 บาท หมูปังชิ้นละ 2 บาท มีเงินอยู่ 48 บาท ต้องการซื้อทั้งสองอย่าง 10 ชิ้น จะได้ซาลาเปากี่ลูกและหมูปังกี่ชิ้น

- ก. ไม่อาจหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข. สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะที่จะใช้หาคำตอบ
- ค. สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็น

ภาคผนวก ค

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ศักดา บุญโต
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ดร. พิชากร แปลงประสพโชค
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร. นิตติยา ปภาพจน์
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
4. รองศาสตราจารย์ดร. วารินทร์ รัตมีพรหม
อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ประสิทธิ์ ศรีแก้ว
นักวิชาการโสตทัศนศึกษาระดับ 6
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ๕

คู่มือการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คู่มือการใช้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียน

1. ระบบปฏิบัติการ Window 95 หรือสูงกว่า
2. คอมพิวเตอร์รุ่น Pentium 100 MHz หรือสูงกว่า
3. หน่วยความจำ 8 MB หรือมากกว่า
4. การ์ดแสดงผลระดับ Super VGA หรือสูงกว่า
5. สีที่จอแสดงผล High Color 16 Bit
6. Resolution ขนาด 800 x 600
7. ฮาร์ดดิส อย่างน้อย 600 MB หรือสูงกว่า

เนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย แบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 6 ชุด ได้แก่

1. แบบฝึกเรื่องอุปมาอุปไมย
2. แบบฝึกเรื่องการอนุมาน
3. แบบฝึกเรื่องหลักฐานที่ขาดหายไป
4. แบบฝึกเรื่องการสังเคราะห์ลำดับ
5. แบบฝึกเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น
6. แบบทดสอบหลังเรียน

วิธีการใช้

1. ใส่แผ่น CD ลงในช่องอ่าน
2. ไปที่คำสั่ง Start แล้วไปยังคำสั่ง Run
3. ไปที่คำสั่ง Browse คลิกที่คำว่า Browse
4. หน้าจอจะปรากฏคำว่า xtras กับคำว่า idea – sound

5. ให้เลือกคำว่า idea -- sound
6. หลังจากนั้นให้เลือกคำสั่ง OK
7. โปรแกรมจะทำงานเอง

วิธีการเรียน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรากฏทางหน้าจอคอมพิวเตอร์จะมีคำสั่งหรือข้อความให้ปฏิบัติอยู่ ให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ปุ่มนั้น
2. ให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำดับหัวข้อที่กำหนดหรือศึกษาหัวข้อใดก่อนก็ได้

การออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

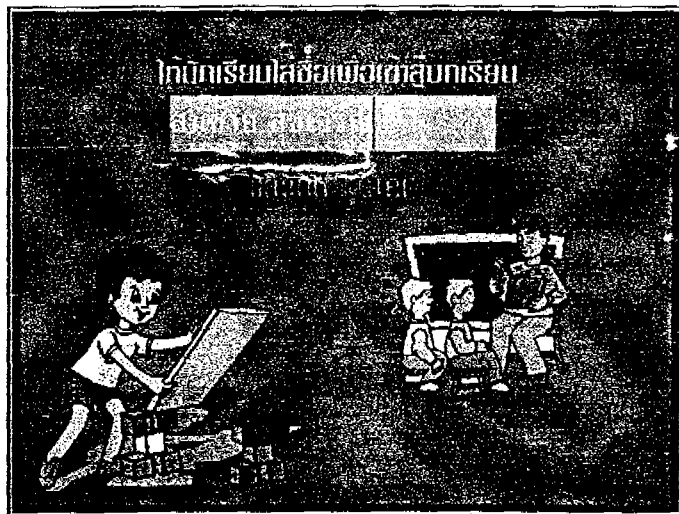
ใช้คำสั่ง Alt + F4 ก็กลับสู่ระบบปฏิบัติการ Window เหมือนเดิม

ภาคผนวก จ
แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรื่อง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์






สืบติดลบสน

เกมชาย สุภาพรจิ


เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน




ลิขสิทธิ์ © ๒๕๓๖

๑. นักเรียนทบทวนทิวทัศน์บริเวณตอน เรื่อง การเกิดวิฤตภัยของ
กรมกิตติศาสตร์ สำนักวิจัยศึกษา วิเคราะห์สามารถศึกษาทาง
คณิตศาสตร์ เป็นบทเรียนที่ศึกษาด้วยความอง
๒. นักเรียนจะห้องที่ ต้องการ ค้างอยู่ไปที่
 - ๒.๑ ที่มาจุดประสงค์ที่โครงการ
 - ๒.๒ ที่ศึกษาบทเรียนที่วิเคราะห์ที่โรงเรียน
 - ๒.๓ ที่เรียนบทเรียนที่โรงเรียน




ลิขสิทธิ์ © ๒๕๓๖




จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

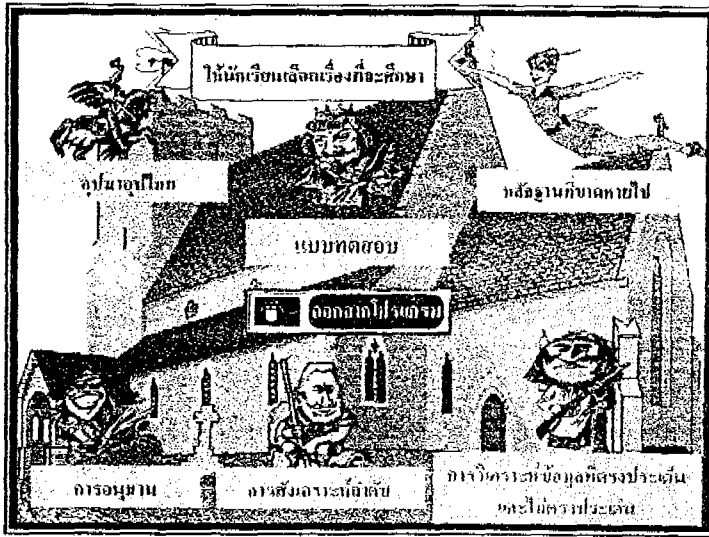
เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมช่วยสอนที่เขียนตามร่าง

๑. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง
๒. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง
๓. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง
๔. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง
๕. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง
๖. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมที่ช่วยสอนที่เขียนตามร่าง



ลิขสิทธิ์ © ๒๕๓๖





เรื่อง อุปมาอุปไมย

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง มาตราเงินไทยเป็นดังนี้
 4 สิบ = 1 บาท
 4 บาท = 1 สิบ
 ถ้ามีเงินสิบหกคนจึงจะซื้อเงิน.....บาท

ก. 2 บาท ข. 3 บาท ค. 4 บาท ง. 5 บาท

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง
 โจทย์ $1 + 3 \times 3 + 4$ ให้ได้คำตอบ 14

ก. $1 + (3 \times 3) + 4$
 ข. $(1 + 3) \times 3 + 4$
 ค. $1 + 3 \times (3 + 4)$
 ง. $(1 + 3 \times 3) + 4$

เรื่อง หลักฐานที่ขาดหายไป

เรื่อง การสังเคราะห์หัตถ์ดาบ

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 3 X 37	2. 5 X 39
3. 7 X 41	4. ?

สังหัตถ์ของปริศนาคู่หนึ่งคือ

ก. 9 X 41	ข. 9 X 43
ค. 11 X 40	ง. 11 X 43



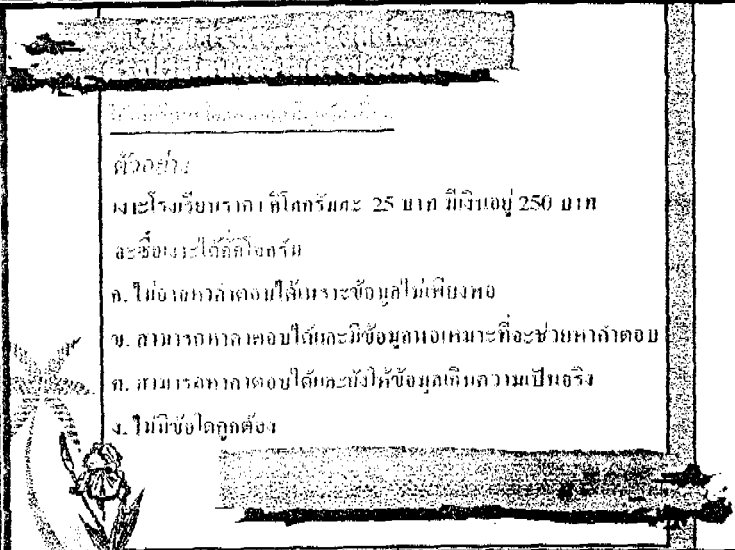
เรื่อง การเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง

เมื่อโรงเรียนเราเปิดที่โตเกียวแล้ว 25 บาท มีเงินอยู่ 250 บาท จะซื้ออะไรได้มากที่สุด

- ก. ไปซื้อของมาฝากญาติที่โรงเรียน
- ข. สามารถหาเงินมาซื้อของมาฝากญาติที่โรงเรียน
- ค. สามารถหาเงินมาซื้อของมาฝากญาติที่โรงเรียน
- ง. ไปมีเงินฝากธนาคาร



เรื่อง การอนุมาน

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง

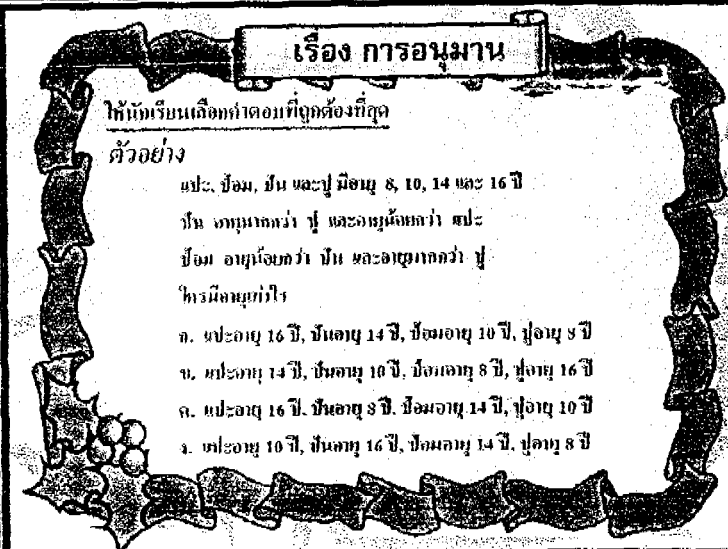
แปะ, ป้อม, ปิ่น และปู มีอายุ 8, 10, 14 และ 16 ปี

ปิ่น อายุมากกว่า ปู และอายุน้อยกว่า แปะ

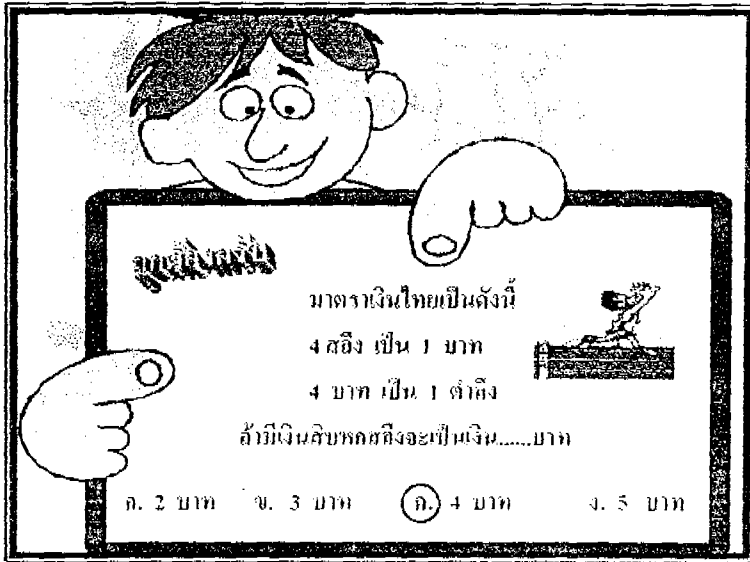
ป้อม อายุน้อยกว่า ปิ่น และอายุมากกว่า ปู

ใครมีอายุน้อยกว่า

- ก. แปะอายุ 16 ปี, ปิ่นอายุ 14 ปี, ป้อมอายุ 10 ปี, ปูอายุ 8 ปี
- ข. แปะอายุ 14 ปี, ปิ่นอายุ 10 ปี, ป้อมอายุ 8 ปี, ปูอายุ 16 ปี
- ค. แปะอายุ 16 ปี, ปิ่นอายุ 8 ปี, ป้อมอายุ 14 ปี, ปูอายุ 10 ปี
- ง. แปะอายุ 10 ปี, ปิ่นอายุ 16 ปี, ป้อมอายุ 14 ปี, ปูอายุ 8 ปี



การตอบสนองหลังจากทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน



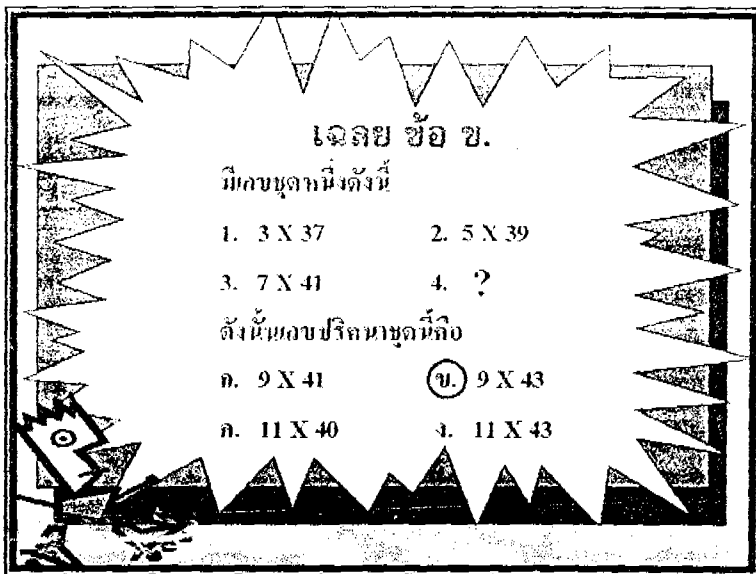
มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4 สตึง เป็น 1 บาท

4 บาท เป็น 1 ตำลึง

ถ้ามีเงินสิบหกสตึงจะเป็นเงิน.....บาท

ก. 2 บาท ข. 3 บาท **ค. 4 บาท** ง. 5 บาท



เจตข ช้อ ข.

มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 3×37 2. 5×39

3. 7×41 4. ?

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือ

ก. 9×41 **ข. 9×43**

ค. 11×40 ง. 11×43

แบบทดสอบหลังเรียน

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
จึงแล้ว. แบบทั้งหมด 20 ข้อ



ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม

แบบทดสอบหลังเรียน

1. ซักผ้า 15 ชิ้น ต้องใช้ผงซักฟอก 3 ช้อน
ดังนั้น ถ้าซักผ้า 30 ชิ้น ต้องใช้ผงซักฟอก.....ช้อน

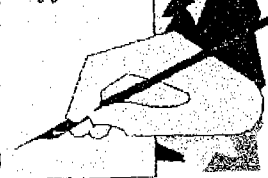
ก. 6 ช้อน
ข. 7 ช้อน
ค. 5 ช้อน
ง. 4 ช้อน

คณะผู้บริหารที่เคารพที่เคารพทุกท่าน
เจ้าพนักงานที่เคารพทางภาคการศึกษา
ที่ประเทศไทยที่ ๑

เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ปริญญาโททางศึกษาศาสตร์
สาขาการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ขอขอบคุณ
ดร.พงษ์นิตย์ โพธิ์สุข ประธานคณะกรรมการ
ดร.ไพฑูริย์ โพธิ์สาร กรรมการบริหาร

ผลิตโดย
นรทสมคิด ยุทธนาภิเษก



ไฟล์เอกสารที่ ๑๒๓

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายสมกิต อุดมอิทธิเสถียร
เกิด	วันที่ 1 มกราคม พุทธศักราช 2507
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	35 ซ.สุจริต 1 ถนนพระรามที่ 5 แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ปัจจุบัน	ครูสอนคอมพิวเตอร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลอรุณวิชา เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2526	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนโยธินบูรณะ
พ.ศ. 2530	กศ.บ. วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
พ.ศ. 2544	กศ.ม. วิชาเอกการศึกษาพิเศษ จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ
ของ
สมกิต อุดมอิทธิเสถียร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาพิเศษ
มีนาคม 2545

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 และศึกษาความคิดวิจารณ์ญาณก่อนฝึกและหลังฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุโขทัยอุดมศึกษา ดอนเมืองกรุงเทพฯ เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง ใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างเสริมความคิดวิจารณ์ญาณ และนำไปทดสอบก่อนฝึกด้วยแบบวัดความคิดวิจารณ์ญาณ เมื่อได้แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 แล้ว ได้มีการนำไปทดลองใช้เป็นแบบฝึกความคิดวิจารณ์ญาณโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อนักเรียนฝึกจบแล้วให้ทำแบบวัดความคิดวิจารณ์ญาณแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ (t – test statistic)

ผลของการทดสอบพบว่า

1. แบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณ์ญาณสำหรับที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80 / 80
2. ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนจากการทดสอบหลังการฝึกด้วยแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดวิจารณ์ญาณเพิ่มขึ้นก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**A CONSTRUCTION OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
ON CRITICAL THINKING FOR THE PROTHOM SUKSA IV
IN MATHEMATICALLY TALENTED CHILDREN**

**AN ABSTRACT
BY
SOMKIT UDOMITISATHEIN**

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Special Education
at Srinakharinwirot University
March 2002

The purpose of this research was to develop and validate the efficiency of the computer assisted instruction on critical thinking for the prothom sukka iv for mathematically talented children , to reach the standard criterion 80/80 and to study the critical thinking before and after learning the computer assisted instruction.

The subjects of this study were prothom sukka iv students At Pataiudomsukka School Don Mang -Bangkok . The subjects were 30 students who are mathematically talented . The students participated in the development and validation stages of the lessons . Once the efficiency of the lessons had reached the criterion level 80 / 80 , they were tested with the students . Before taking the CAI lessons , a pretest was administered to the students . It took about 2 week for students to complete the lessons. Then they were given a posttest . The pretest and posttest scores were collected and analyzed using the t – test statistics.

The results of this study were as follows :

1. The efficiency of the computer assisted instruction on critical thinking for the prothom sukka iv in mathematically talented children have reached the intended criterion level of 80/80 .
2. The critical thinking score from the posttest was significantly higher than the critical thinking score from the pretest at .01 level .