การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุกัญญา วุฒิรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาพิเศษ
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

371.90447
ส736ก
ร.3

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

สุกัญญา วุฒิรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการศึกษาพิเศษ
พฤษภาคม 2547

สุกัญญา วุฒิรัตน์. (2546). *การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรฑูรย์ โพธิสาร.

การวิจัยครั้งนี้จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนอนุบาลระยอง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ซึ่งได้มาโดยการเลือกเฉพาะเจาะจง

แบบแผนการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF CRITICAL THINKING ABILITY OF THE GIFTED STUDENTS IN MATHEMATICS IN PRATHOMSUKSA III BY USING THE MATHEMATIC PROJECTS

AN ABSTRACT

BY

SUKANYA WUTHIRAT

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Special Education

at Srinakharinwirot University

May 2004

Sukanya Wuthirat. (2004). *A Study of Critical Thinking Ability of the Gifted Students in Mathematics in Prathom Suksa III by using the Mathematics Projects*. Master thesis, M.Ed.(Special Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof.Usanee Anuruthwong, Assist. Prof. Dr.Paitoon Pothisaan.

The purposes of this study were to compare ability of critical Thinking before and after using The mathematics projects. The samples of this study were mathematics gifted students in Prathom Suksa III of Rayong Kindergarten School. The experiment was conducted through the mathematics projects. The experiment was conducted through the mathematics projects. The experiment was managed by using one group pretest – posttest design.

The findings of this study revealed that :

1. The ability of critical thinking of mathematics gifted students after using the mathematics projects was in good level.

2. The ability of critical thinking of mathematics gifted students before teaching by using the mathematics projects compared to the ability after using the projects was different statistical significantly higher than the level of .05

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มี
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ของ
นางสาวสุกัญญา วุฒิรัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์)

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

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ศาสตราจารย์ศรียา นิยมธรรม)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์นิลบล ทูรานุภาพ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ โพธิสาร กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ทุกขั้นตอน ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งพร้อมทั้งศาสตราจารย์ศรียา นิยมธรรม และอาจารย์นิลบล ทูรานุภาพ ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการทำปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ศักดา บุญโต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตติยา ปภาพจน์ และอาจารย์กนกวลี อุษณกรกุล ที่ช่วยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู-อาจารย์ ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนอนุบาลระยอง จังหวัดระยอง ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณอรทัย เกิดภิบาล คุณจุไรรัตน์ เชื้อสาวะถี คุณธนธร เจริญราช คุณปริญดา ยะวงศา คุณขนิษฐา เพ็ชรน้อย คุณกมลวรรณ สิทธิเขตรการ อาจารย์สมยศ ศรีสุภา รวมทั้งอาจารย์-น้องๆโรงเรียนระยองปัญญานุกูล จังหวัดระยอง และเพื่อนนิสิตปริญญาโทวิชาเอกการศึกษาพิเศษ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณพระครูสถิตศาสนคุณ คุณพ่อประเสริฐ วุฒิรัตน์ คุณแม่ชิ้วจู วุฒิรัตน์ รวมทั้งขอขอบใจคุณสาธิต วุฒิรัตน์ คุณสันติ วุฒิรัตน์ คุณสุชาดา วุฒิรัตน์ และหลานๆ ที่ให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องเทอดบูชาพระคุณของบิดา มารดา และผู้มีพระคุณ รวมทั้งพระคุณของครูอาจารย์ทุกท่านในอดีตและปัจจุบันที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และมีส่วนวางรากฐานสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ

สุกัญญา วุฒิรัตน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	กรอบแนวคิดการวิจัย	5
	สมมติฐานในการวิจัย	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	8
	ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	8
	ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	9
	การคัดแยกของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	12
	ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	16
	ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	19
	โปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	20
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	22
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ	23
	ความหมายและทฤษฎีของความคิดวิจารณญาณ	23
	กระบวนการคิดวิจารณญาณ	25
	ทักษะแนวทางในการส่งเสริมความคิดวิจารณญาณ	27
	ความคิดวิจารณญาณในชั้นประถมศึกษา	29
	การพัฒนาทักษะความคิดวิจารณญาณ	31
	การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	ความคิดวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์	35
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ	39
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบโครงงาน	44
	ความหมายของโครงงาน	44
	หลักการของการสอนแบบโครงงาน	46
	ประเภทของโครงงาน	48
	ขั้นตอนการสอนโครงงาน	50
	บทบาทของครูในการสอนโครงงาน	56
	การประเมินผลการสอนโครงงาน	58
	ประโยชน์ของการจัดการสอนแบบโครงงาน	59
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน	62
3	วิธีดำเนินการวิจัย	64
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
	การดำเนินการทดลอง	66
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	75
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	75
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	75
	วิธีดำเนินการวิจัย	75
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
	สรุปผลการวิจัย	76
	อภิปรายผล	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5 (ต่อ)	ข้อเสนอแนะ	77
	ข้อเสนอแนะทั่วไป	77
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	78
บรรณานุกรม		79
ภาคผนวก		87
	ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์	88
	ภาคผนวก ข ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณ	90
	ภาคผนวก ค แบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์	93
ประวัติย่อผู้วิจัย		125

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	72
2	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	74

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้ talent pool ของ Renzulli และ Reis	12
2	แสดงการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	15
3	กระบวนการของความคิดสู่การแก้ปัญหา	29
4	การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์	36
5	กระบวนการใส่ความคิดในเรื่องการวัด	38
6	แผนภาพสรุปแนวคิดบันไดปัญญาสามขั้น	55

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

จากสภาพการณ์ในปัจจุบันจะพบว่าสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรามีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและตลอดเวลา กระแสความเปลี่ยนแปลงทำให้เรารับรู้ข้อมูลข่าวสารมากเกินไป การพิจารณาวิเคราะห์ต่อสิ่งดังกล่าวเป็นเรื่องที่ถูกลบเลือนไป สิ่งจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับเยาวชนคือการฝึกให้เด็กคิดเป็น รู้จักใช้วิจารณญาณในการตัดสินปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : คำชี้แจง)

ความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดพื้นฐานของความมีเหตุผล ใช้ตรวจสอบเรื่องราวเพื่อใช้ประเมินสถานการณ์ประกอบการตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์ที่มีความงมงายให้กลายเป็นผู้มีพฤติกรรมและการกระทำที่เฉลียวฉลาด (Quinn. 1990 : 42) เพราะความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏโดยใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. 2537 : 8)

จากการศึกษาของนักจิตวิทยา และนักการศึกษาที่จะวัด และค้นหาความคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กระดับประถมศึกษา พบว่า เด็กในระดับประถมศึกษามีพัฒนาการทางความคิด และการใช้เหตุผลซึ่งเป็นลักษณะของความคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว แต่ก็เป็นที่น่าแปลกใจว่าการสอนในห้องเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรืออุดมศึกษาใดๆ ก็ตาม มักจะไม่ค่อยได้เห็นปรากฏการณ์สอนการคิด ผู้เรียนขาดประสบการณ์ และการศึกษาจากความเป็นจริงรอบตัว ไม่ได้ฝึกความสามารถในการเลือกรับความจริงจากข้อมูลข่าวสารที่มีอย่างท่วมท้น ซึ่งมีทั้งจริงและเท็จทำให้แยกความจริงกับความเท็จไม่เป็น การเรียนไม่เน้นวิธีการคิดจึงขาดความคิดวิจารณญาณว่า สิ่งใดจริงสิ่งใดไม่จริง (ประเวศ วะสี. 2539 : 41)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ส่งเสริมด้านการคิด จากการศึกษาของ Kruteski (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 3; อ้างอิงจาก Kruteski. 1995) พบว่า องค์ประกอบในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กัน การสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดมีแนวทางทำได้ 2 วิธี คือ การสอนคิดโดยตรง และการสอดแทรกการคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรโรงเรียน และในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาครูมักจะคุ้นเคยกับเนื้อหาตามหลักสูตร ซึ่ง ฟิชเชอร์ (สมกิต อุดมอิทธิเสถียร. 2543 : 25 ; อ้างอิงจาก Fisher. 1992) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็นเรื่อง ๆ ได้แก่ จำนวน พีชคณิต รูปทรง การวัด

การจัดกระทำ ข้อมูล และการแก้ปัญหา ทั้งนี้การสอดแทรกการฝึกทักษะการคิดโดยบูรณาการกับเนื้อหาตามหลักสูตรมิใช่เป็นเรื่องง่าย ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถในการสร้างแผนการสอน เข้าใจและมีวิธีการที่จะสอดแทรกทักษะการคิดเพื่อให้เกิดการบูรณาการกับเนื้อหาวิชาได้อย่างกลมกลืน

หลักสูตรคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีข้อจำกัดทางด้านเนื้อหาและวิธีการคิด ซึ่งจัดไว้สำหรับเด็กปกติเป็นส่วนใหญ่ แต่สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ของไทยไม่ได้ตอบสนองธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ อีกทั้งไม่ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งเด็กเหล่านี้มีความสามารถในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และมีความโน้มเอียงความคิดเชิงนามธรรม (พิชากร แปลงประสบโชค. 2540 : 2-3) ซึ่งสอดคล้องกับเบเยอร์ (สมกิต อุดมอิทธิเสถียร. 2543 : 3; อ้างอิงจาก Beyer. 1984) ที่กล่าวว่าหลักสูตรทั่วไปไม่เอื้ออำนวยให้เด็กคิด และถึงแม้เด็กที่มีความสามารถพิเศษอาจคิดได้รวดเร็วและ ลึกซึ้งกว่าเด็กทั่วไป ก็มิได้หมายความว่า เขาจะคิดเก่ง คิดถูกต้องหรือดีเสมอไป (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 3)

สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์นั้น โดยทั่วไปจะเป็นเด็กที่มีลักษณะดังนี้คือ จะมีความสนใจด้านจำนวน ตัวเลข การคำนวณ และสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แยบยล สร้างสรรค์ และสมเหตุสมผล รวมทั้งเด็กในกลุ่มนี้สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลาย ๆ รูปแบบ มีการวิเคราะห์มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 2)

เด็กกลุ่มนี้มีวิธีการคิดและการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเด็กอื่น ๆ การสอนเด็กกลุ่มนี้อย่างเหมาะสมย่อมเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนเพื่อให้เด็กเกิดวิธีคิดที่แตกต่างไปจากเดิม

การสอนแบบโครงงานเป็นวิธีการหนึ่งที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนสนใจได้อย่างลึกซึ้งถ่องแท้ มากกว่าการเรียนตามหลักสูตรปกติ (ธีรชัย ปูรณโชติ. 2531 ก : 5) การเรียนการสอนโดยใช้โครงงานนั้นเป็นการทำให้นักเรียนรู้วิธีเรียน เป็นนักรวบรวมและเป็นนักคิดที่ดี รู้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้วิจารณญาณตัดสินได้ว่าสิ่งใดสำคัญ (ศรีภูมิ อัครมาศ. 2545 : 2)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงควรมีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษพัฒนาความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ได้ พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณควบคู่กันไปอย่างเต็มศักยภาพ และได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยจะเป็นประโยนช์สำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษให้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงขึ้นและนำไปใช้ชีวิตประจำวันได้ในอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนสำหรับครูและผู้บริหารโรงเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คัดเลือกจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 - ใช้แบบสำรวจแววคณิตศาสตร์ ของ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

- คัดจากคะแนนสะสมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 85 ขึ้นไป

- พิจารณารายชื่อจากการสำรวจแวว การสังเกตความสนใจ และจากคะแนนสะสมสูง โดยคัดเลือกจากรายชื่อที่ตรงกัน ทั้ง 2 หัวข้อ โดยไม่กำหนดคะแนนร้อยละด้านใดสูงกว่ากัน

ขั้นที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกทำแบบทดสอบทางสติปัญญาด้านคณิตศาสตร์ของอาจารย์ศักดา บุญโต (อายุ 9-10 ปี)

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลทั้งหมดมาพิจารณาตัดสิน คัดเลือกนักเรียนไว้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2. การสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ เป็นการสอนเรื่องรูปทรงเรขาคณิต และรูปสมมาตร โดยกำหนดเนื้อหาดังนี้

2.1 รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี

2.2 รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม

2.3 การเขียนรูปเรขาคณิตโดยแบบรูป

2.4 รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.5 รูปสมมาตร

โดยกำหนดเนื้อหาจัดทำแผนการสอนรวมทั้งสิ้น 12 แผน 25 คาบ ๆ ละ 50 นาที ตามรูปแบบการสอนแบบโครงงานได้แก่

1) ขั้นกำหนดปัญหา
2) ขั้นตั้งสมมติฐาน
3) ขั้นการออกแบบการทดลอง
4) ขั้นดำเนินการตรวจสอบสมมติฐาน
5) ขั้นสรุป

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่หรือข้อมูลที่คลุมเคลือเพื่อตัดสินใจนำไปสู่ข้อยุติอย่างมีเหตุผล ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาตามแนวคิดของ John D. Ross และ Catherine M. Ross ตามหัวข้อดังนี้

1. อุปมาอุปไมย เป็นการวัดความสามารถของเด็กในเรื่องการหยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์

2. การอนุมาน เป็นการวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผล และการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่า ประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด

3. หลักฐานที่หายไป เป็นการวัดความสามารถในการคัดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไปเพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักการของการอนุมานของตรรกศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐาน

ส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

4. การสังเคราะห์ลำดับ เป็นการฝึกให้นักเรียนสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบถูกต้อง

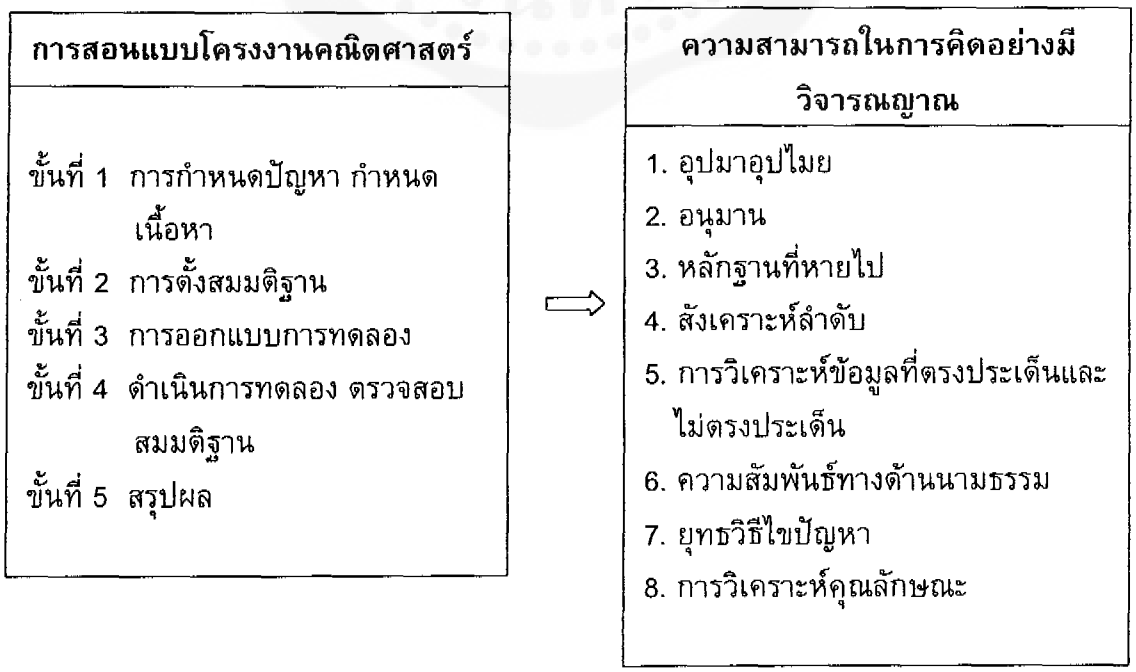
5. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็นจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ และปัญหาต่าง ๆ ที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็นและไม่ชัดเจนไม่ตรงประเด็น ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหา ส่วนนี้จะวัดความสามารถเกี่ยวกับวิเคราะห์และมีวิจารณญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

6. ความสัมพันธ์ด้านนามธรรม เป็นการวัดความสามารถด้านการศึกษาข้อมูลและสังเคราะห์ ด้านตรรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง

7. ยุทธวิธีไขปัญหาเป็นส่วนที่ประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลของคำถามที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ดีที่สุด เพื่อนำไปสรุปความและนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพที่สุด

8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ รูปแบบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันและหลากหลายลักษณะ จะเป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในด้าน การวิเคราะห์รูปแบบ การตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ การใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าสิ่งใดถูกต้อง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กทีมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.1 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.3 การคัดแยกของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.4 ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.5 ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.6 โปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
   - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ
   - 2.1 ความหมายและทฤษฎีของความคิดวิจารณญาณ
   - 2.2 กระบวนการคิดวิจารณญาณ
   - 2.3 ทักษะแนวทางในการส่งเสริมความคิดวิจารณญาณ
   - 2.4 ความคิดวิจารณญาณในชั้นประถม
   - 2.5 การพัฒนาทักษะความคิดวิจารณญาณ
   - 2.6 การพัฒนาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   - 2.7 ความคิดวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์
   - 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบโครงงาน
   - 3.1 ความหมายของโครงงาน
   - 3.2 หลักการของการสอนแบบโครงงาน
   - 3.3 ประเภทของโครงงาน
   - 3.4 ขั้นตอนการสอนโครงงาน
   - 3.5 บทบาทของครูในการสอนโครงงาน
   - 3.6 การประเมินผลการสอนโครงงาน
   - 3.7 ประโยชน์ของการจัดการสอนแบบโครงงาน
   - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นเด็กที่มีลักษณะในทักษะทางคณิตศาสตร์ที่โดดเด่นกว่าเด็กโดยทั่วไป โดยมีผู้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน คือ

ไฮด์ และเฮ้าส์ (นิตติยา ปภาพจน์. 2540 : 14-15 ; อ้างอิงจาก Heid. 1983 : 222 ; House. 1987 : 14-15) ได้สรุปว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล และแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้รวดเร็วราวกับว่ากระบวนการคิดเหล่านี้กำเนิดในตัวของพวกเขาแล้วตลอดเวลา พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐาน และโครงสร้างคร่าวๆของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย เป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่นมีความคิดประหยัด ไม่มีเสียเวลา มีเหตุผล และตอบปัญหาได้ดี มักมีคำตอบเผื่อเลือกเอาไว้ด้วยในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น สามารถที่จะย่นย่อกระบวนการคิดพร้อมทั้งสามารถย้อนทานกระบวนความคิดได้

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

จากการศึกษาพบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีลักษณะพิเศษที่โดดเด่น ทางด้านคณิตศาสตร์ เช่น มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถทางการให้เหตุผล การหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การวิเคราะห์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองกับความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสอดคล้องเหมาะสมกับธรรมชาติและศักยภาพของเด็กอย่างเต็มที่

1.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กเหล่านี้ว่ามีลักษณะใดที่บ่งบอกถึงลักษณะพิเศษที่สามารถสังเกตได้ โดยมีผู้ให้ลักษณะของเด็กเหล่านี้คือ

ริด และเรนซูลี (นิตติยา ปภาพจน์. 2540 : 14-15 : อ้างอิงจาก Ridg and Renzulli. 1981 : 208-209) กล่าวว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

1. มีความสามารถโดดเด่นมากทางคณิตศาสตร์
2. มีความมานะมุ่งมั่นต่องานทางคณิตศาสตร์มาก
3. มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ

จอร์ด (อารี สัณหฉวี และอุษณีย์ โพธิสุข. ม.ป.ป. : 96-97; อ้างอิงจาก George. n.d.) ได้อธิบายถึงผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะดังนี้

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

นอกจากนี้ยังมีลักษณะพฤติกรรม การกระทำของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มักแสดงออกคือ

1. มีความมุ่งมั่นในการที่จะหาคำตอบที่ง่ายและดีที่สุด เด็กที่เก่งคณิตศาสตร์มักจะทำงานคณิตศาสตร์โดยไม่เหนื่อย

2. มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ หรือโจทย์ใหม่ๆ และจะมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา นักเรียนมักจะพูดว่า " รู้แล้วจะลองทำวิธีนี้ " หรือ " ทำอย่างนั้นไม่ถูกเพราะ..." หรือ " ดูนี้ครับ ผมจะทำให้ดู "

3. เด็กเก่งคณิตศาสตร์มักจะใจกว้าง ในการที่จะยอมรับและเปลี่ยนความคิดถ้ามีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอ

4. มักจะชอบถามปัญหากับตัวเองอยู่เสมอทั้งที่บ้าน และโรงเรียน เช่น " สนามฟุตบอลจะจุได้กี่คน" "เครื่องบิน บินได้เร็วเท่าไร" "คนมีชีวิตอยู่นานกี่วินาที" เป็นต้น

5. มักแสดงความคิดสั้นๆ ห้วนๆ ในกรณีที่นักเรียนไม่ชอบเขียนมาแต่ต้นและจะต้องเขียนอธิบายเป็นภาษาเขียน ในขณะที่สามารถคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้ในใจแล้ว

6. มีความสนใจตัวเลข เช่น ลักษณะพิเศษของเลขทะเบียนรถยนต์

7. มีความสนใจในรูปร่าง รูปทรงแบบต่างๆ

8. สามารถหาวิธีลัดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มักจะไม่ชอบใช้วิธีทั่วๆ ไป

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2547 : 87- 88) ยังได้อธิบายถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้อีกว่า

1. สนใจเรื่องสัญลักษณ์ ตัวเลข หรือการวิเคราะห์สิ่งต่างๆ

2. ชอบอ่านประวัตินักคณิตศาสตร์ การสืบสวน สอบสวน

3. เป็นชอบเหตุผล และยังสามารถมองเห็นเหตุ-ผล ของเรื่องต่างๆได้เป็นอย่างดี

4. มีความสนใจเกี่ยวกับตัวเลข สัญลักษณ์ การวิเคราะห์ปฏิทิน เวลา แผนภูมิ เป็นต้น

5. ชอบพูดคุยกับคนที่มีความสนใจในเรื่องคณิตศาสตร์ หรือ การวิเคราะห์สิ่งต่างๆ

6. มีความอดทน มานะ พยายาม ให้งานสำเร็จและรับผิดชอบสูง

7. เป็นคนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ที่ดี

8. ชอบเล่นตัวต่อยากๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง

9. ชอบการทำงานในกลุ่มเล็ก หรือทำงานคนเดียวมากกว่าทำงานกลุ่มใหญ่

10. ชอบทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทาย

11. ชอบเล่น ชั่ง ตวง วัด นับ และมีความสามารถในการกะค่า ประมาณการสิ่งต่างๆ ได้ดี เช่น การกะน้ำหนัก ส่วนสูง ความยาว หรือปริมาณ

12. ชอบหาวิธีการที่แปลกใหม่ หรือวิธีการลัดขั้นตอน ในการแก้โจทย์ปัญหา

13. เป็นคนที่มีจินตนาการดี สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆได้หลายมิติ

14. สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลข ความหมายของตัวเลข หรือสัญลักษณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วกว่าเด็กวัยเดียวกัน

15. ชอบการเปรียบเทียบ และก็สามารถทำได้ดี

16. มีแนวโน้มที่จะยอมอะไรๆเข้ามาเกี่ยวพันกับคณิตศาสตร์ได้หมด

17. เป็นคนที่มีความสามารถในการสังเกต มักมองเห็นด้วยรายละเอียดที่คนอื่นอาจมองข้าม

18. รักและหลงใหลในตัวเลข เช่น เลือกข้าวของเครื่องใช้ที่มีตัวเลขเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น

19. ชอบและคบหา พูดคุยกับคนที่มีความสนใจทางคณิตศาสตร์ (อาจเป็นคนวัยเดียวกัน หรือต่างวัยก็ได้) หรือชอบวิชาคณิตศาสตร์

20. ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุต่อกัน เช่น ถ้า... แล้ว... ดังนั้น... เพราะว่า... ถ้าไม่... แล้ว ...

21. ชอบวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ เรื่องต่างๆอย่างมีเหตุผล

22. สนใจเรื่องนามธรรมที่เกี่ยวกับเวลา อากาศ และมิติของเวลา

23. ชอบจัดลำดับหมวดหมู่ สิ่งของ หรือวาดรูป ในลักษณะที่เรียงจากขนาดใหญ่ไปหาเล็ก หรือ เล็กไปหาใหญ่

24. มองเห็นความสัมพันธ์ เชื่อมโยงโครงสร้าง และความสมดุลของสิ่งต่างๆ

*25. มีแนวโน้มที่จะมองอะไรๆโยงมาเกี่ยวพัน กับคณิตศาสตร์หรือสัญลักษณ์ได้หมด

*ข้อ 25 ตัวอย่างเช่น เห็นต้นไม้แล้วอาจเห็นเป็นเลข 1 กับเลขศูนย์อยู่ด้วยกัน หรือเห็นนกบินเกาะต้นไม้ ต้นใดมากๆก็สังเกตว่าต้นไม่นั้นน่าจะมีหนอนอยู่มาก

อารีย์ สัณหฉวี (ม.ป.ป.: 10) ยังได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่า ปัญญาทางด้านเหตุผลและคณิตศาสตร์

1. ข้าพเจ้าสามารถคิดคำนวณในใจได้ดี
2. วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบมันเมื่อเป็นนักเรียน
3. ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมที่ต้องคิดเป็นเหตุผล
4. ข้าพเจ้าชอบทำการทดลองประเภท "อะไรจะเกิดขึ้น.....ถ้า" (เช่น จะเกิดอะไรขึ้นถ้าข้าพเจ้าเพิ่มน้ำที่ใช้รดกุหลาบเป็นสองเท่า)
5. ข้าพเจ้าชอบคิดหารูปแบบ หลักการจากความเป็นเหตุเป็นผลของสิ่งของ เหตุการณ์
6. ข้าพเจ้ามีความสนใจในพัฒนาการใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์
7. ข้าพเจ้าเชื่อว่าเกือบทุกสิ่งในโลก สามารถหาคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลได้
8. บางทีข้าพเจ้ามักจะคิดเชิงนามธรรมที่ไม่มีภาพหรือรูปร่าง
9. ข้าพเจ้าชอบจับผิดในเรื่องเกี่ยวกับเหตุผลในสิ่งที่ผู้อื่นทำทั้งที่บ้านและทำงาน
10. ข้าพเจ้าจะรู้สึกสบายใจถ้าสิ่งต่างๆ มีการจัดหมวดหมู่ วัด คำนวณ วิเคราะห์

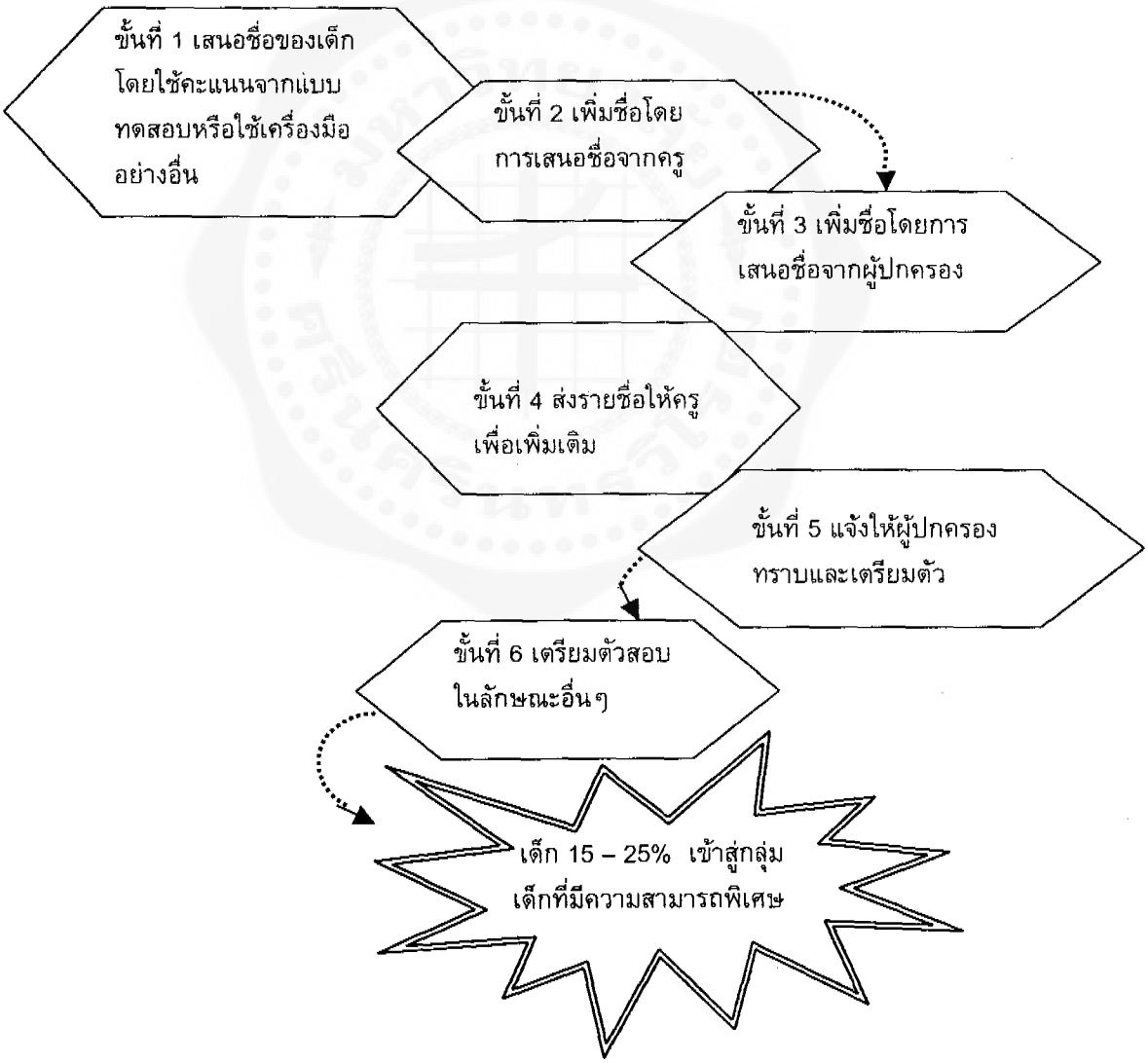
นิตติยา ปภาพจน์ (2540 : 16-17) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไปแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ตั้งแต่ปี 2532-2537 จำนวน 10 คน พบว่าเด็กมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการรับความรู้สึกทีละส่วน เพื่อเข้าใจในหนังสือ หรือผู้ที่สอนซึ่งเขียนหรือพูดไปเป็นลำดับเหตุผลได้
2. สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่าผู้อื่น เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นหลักการในสิ่งนั้น จึงเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่าอีกด้วย
3. นิยมเปรียบเทียบความรู้ใหม่ กับหลักการเดิมซึ่งรู้มาก่อน เนื้อหาสิ่งที่มีลักษณะขัดกัน ถ้าไม่มีจะเชื่อความรู้ใหม่นั้น
4. สามารถสันนิษฐานสาเหตุของแรงจูงใจในการสร้างทฤษฎีต่างๆ จึงรู้สึกเหมือนผู้สร้างทฤษฎีนั้นๆ เอง ก่อให้เกิดความภูมิใจ
5. สามารถใช้ตรรกศาสตร์ และการหยั่งถึงผู้อื่นในการคาดคะเนคำตอบของโจทย์ประเภทปรนัยได้อย่างแม่นยำ
6. มีความสามารถในการสร้างความคิดเชิงนามธรรมของปัญหาทำให้เห็นจุดของปัญหาได้ชัดเจนและไม่หลงกับรายละเอียด
7. มีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง
8. มีความจำเป็นเลิศตั้งแต่เยาว์วัย

สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเด็กที่มีความสนใจด้านจำนวนตัวเลข การคำนวณ และสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์การคิดทางคณิตศาสตร์ มองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน

1.3 การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

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



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

จากภาพสามารถอธิบายขั้นตอนการคัดแยกได้ดังนี้

ขั้นตอน 1 การเสนอชื่อของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ โดยคัดได้จำนวนเด็กทั้งหมด 8% ที่คะแนนที่สูงที่สุด โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากเกณฑ์ปกติ

ขั้นตอน 2 การเสนอชื่อโดยครู โดยครูจะทำหน้าที่เสนอชื่อนักเรียนที่สอนห้องเรียนเพิ่มขึ้น โดยเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือมีความสามารถสูงกว่าคนอื่น

ขั้นตอน 3 เพิ่มเติมรายชื่อเด็กโดยการเสนอชื่อโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง เพื่อน หรือตนเอง โดยใช้ทางเลือกหลายทางรวมทั้งการตัดสินจากผลงานของเด็ก

ขั้นตอน 4 รายชื่อของเด็กทั้งหมดที่ได้รับการเสนอชื่อว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะถูกส่งเวียนต่อให้กับครูทุกคนในโรงเรียน หรือครูที่เคยสอนเด็กมา เพื่อที่จะให้เป็นการคัดแยกอย่างรัดกุมที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 มีการแจ้งให้ผู้ปกครองทราบล่วงหน้าก่อน โดยที่ผู้ปกครองและเพื่อนจะไม่บอกให้เด็กที่มีชื่อทราบถึงการคัดแยก โดยแจ้งให้ทราบถึงความเข้าใจของโปรแกรมสำหรับการจัดให้เด็กได้เข้าร่วมในกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ขั้นตอนที่ 6 มีการเตรียมตรวจสอบลักษณะอื่นๆ โดยการพยายามหาการเสนอชื่อจากครูเพิ่มเติมจากเด็กที่มีลักษณะความสามารถพิเศษ

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

1. การคัดเลือกเด็กตามวิธีของโกแวน (Gowan)

โกแวนเสนอแนะวิธีคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศดังนี้

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

1.2 ทดสอบเด็ก โดยใช้แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาที่เป็นการทดสอบพร้อมกันครั้งละหลายคน คัดเลือกเอาเด็กที่ได้คะแนนสูงสุด 10% เด็กเหล่านี้จัดเป็นเด็กปัญญาเลิศ ส่วนเด็กที่เหลือให้จัดกลุ่มไว้ต่างหาก กลุ่มเด็กนี้เรียกกว่า " 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 ทำการคัดเลือกเด็กนำรายชื่อเด็กดังกล่าวข้างบนนี้ใส่ลงไปในกลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

1.6 เรียงลำดับรายชื่อเด็ก และระบุว่าเด็กแต่ละคนถูกกล่าวกี่ครั้ง

1.7 เรียงลำดับรายชื่อเด็กและระบุว่าเด็กแต่ละคนถูกกล่าวถึง 3 ครั้งขึ้นไปให้จัดเป็นเด็กปัญญาเลิศได้

1.8 เด็กใน "กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ" เหล่านี้ หากคนใดที่ถูกกล่าว 2 ครั้ง ให้นำไปทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ Standford-Binet

1.9 เด็กใน "กลุ่มสำรอง เด็กที่มีความสามารถพิเศษ" ที่ถูกกล่าวถึงเพียงครั้งเดียว ให้ปล่อยกลับชั้นเรียนไป

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

2. การคัดเลือกอย่างเป็นทางการ

วิธีการต่อไปนี้เป็นวิธีคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศ ซึ่งโรงเรียนที่จัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศควรนำมาใช้

2.1 การคัดเลือกเบื้องต้น

การคัดเลือกเบื้องต้นควรเป็นหน้าที่ของครูประจำชั้น ครูประจำวิชา ผู้ปกครอง เพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยบุคคลดังกล่าวทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมของเด็กปัญญาเลิศตามคำจำกัดความที่ทางโรงเรียนหรือผู้ที่รับผิดชอบทางการศึกษาตกลงกัน

2.2 การทดสอบทางจิตวิทยา

การทดสอบทางจิตวิทยาส่วนมากเป็นการทดสอบสติปัญญา

1) พิจารณาจากผลการเรียน

2) การทดสอบความคิดสร้างสรรค์

3) การทดสอบด้านบุคลิกภาพ

4) ข้อมูลอื่นๆ ที่ช่วยในการตัดสินใจในการคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศ

สตีเฟนส์และโวล์ฟ และเฟลดฮูเสน มูน และริฟเนอร์ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 10; อ้างอิงจาก Stephen and wolf. 1978; และ Feldhusen, Moon and Rifner.1989) กล่าวว่าการคัดแยกเด็กเพื่อเข้าเรียนหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ควรเริ่มต้นด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความเห็นใกล้กัน พอสรุปขั้นตอนที่พึงปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายของหลักสูตร และกำหนดลักษณะของเด็กที่จะเข้าเรียนให้ชัดเจนสอดคล้องกัน

ขั้นที่ 2 กำหนดกระบวนการคัดแยกเด็กได้แก่ การเสนอชื่อ ระเบียบ บันทึก พฤติกรรมสเกลจัดอันดับ ฯลฯ

ขั้นที่ 3 ตัดสินกระบวนการประเมินเพื่อกลั่นกรองผู้ได้รับการเสนอชื่อ ด้วยแบบทดสอบต่างๆ ได้แก่ ความสามารถทางสติปัญญา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ความถนัด และความคิดสร้างสรรค์

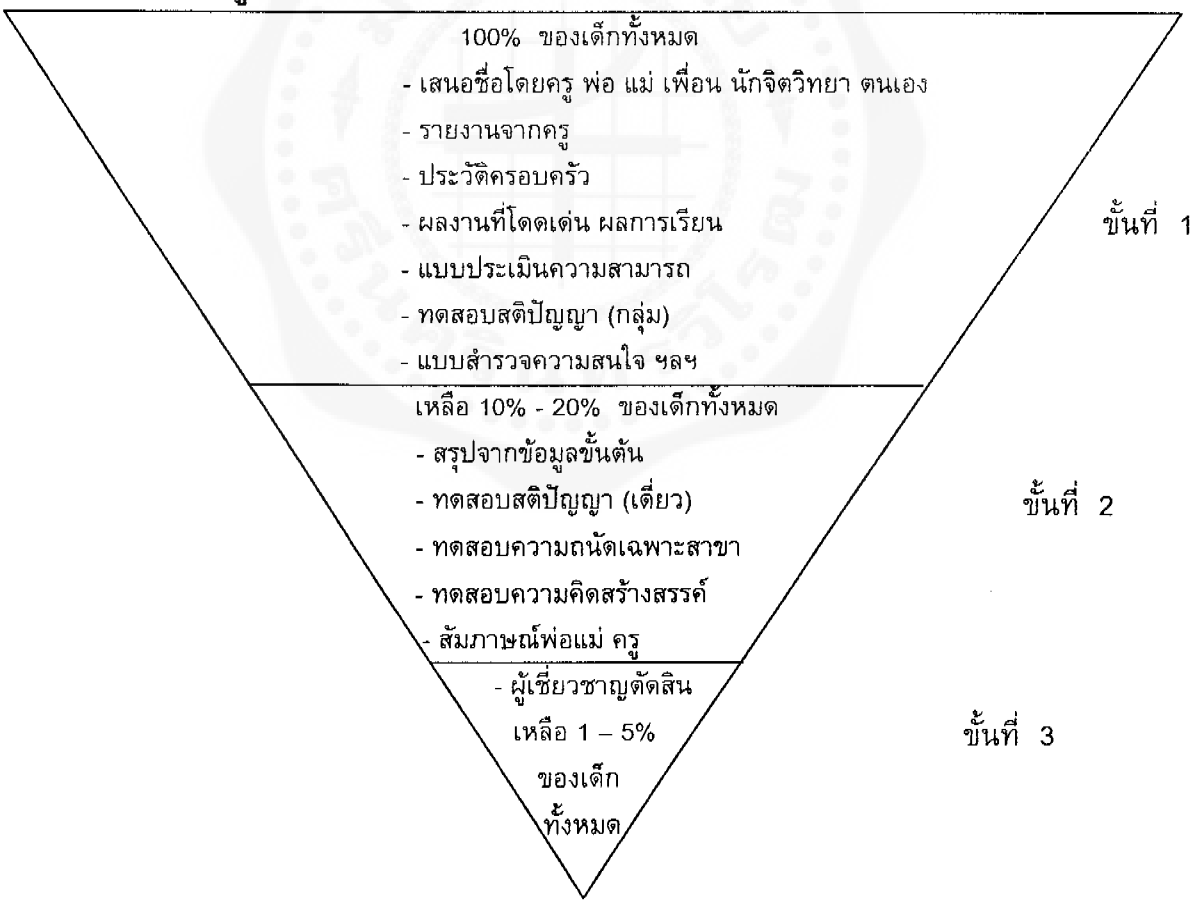
ขั้นที่ 4 คัดแยกออกโดยใช้ผลจากขั้นที่ 2 และ 3 ไม่ควรใช้คะแนนรวมแต่ให้เพ่งเล็งลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษให้มากกว่า

ขั้นที่ 5 ควรประเมินกระบวนการคัดแยก ด้วยว่าสะท้อนเป้าหมายของหลักสูตรหรือไม่

อุษณีย์ โพธิสุข (2541 : 38-39) กล่าวถึงแนวทางในการเสาะหาอัจฉริยภาพของเด็กที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติปัจจุบัน คือ

1. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอน
2. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือและวิธีการเหมาะสมกับแววของเด็ก
3. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่ไม่ลำเอียงกับเด็กกลุ่มใดเป็นพิเศษ
4. การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอนมีข้อมูลหลายด้านประกอบ

แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการสำรวจหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ



ภาพประกอบ 2 แสดงการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (อุษณีย์ โพธิสุข. 2540 : ปรับปรุงมาจากแนวคิดตาม Model ของ Clark (1992)

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

ขั้นที่ 1 วิธีเสนอชื่อโดยผู้ใกล้ชิดและรู้จักชื่อเด็ก

ขั้นที่ 2 การคัดแยกอย่างเป็นทางการโดยใช้เครื่องมือคัดแยกตามหลักวิชาการซึ่งเป็นเครื่องมือซึ่งง่ายและรวดเร็ว

ขั้นที่ 3 ขั้นวินิจฉัย ใช้เครื่องมือเป็นทางการเพื่อทดสอบความสามารถเฉพาะด้านของเด็กอย่างละเอียด ลึกซึ้งขึ้นกว่าขั้นที่สองและขั้นแรก

ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา,หม่อม (2531 : 53) ได้แสดงขั้นตอนของการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้ คือ

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) เพื่อทดสอบดูสมรรถภาพด้านต่างๆ ของเด็ก

1.4 ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 22-23) ได้กล่าวถึงสภาพปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่ประสบอยู่ในปัจจุบันคือ

1. คนทั่วไปเข้าใจผิดว่าพวกเขาไม่ต้องการความช่วยเหลือใดๆ เพราะช่วยตัวเองได้อยู่แล้วเพราะช่วยตัวเองได้ จริงอยู่เด็กที่มีศักยภาพของความเป็นเลิศอยู่ในตัว บางคนมีโอกาสประสบความสำเร็จ เพราะมีคนสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังมีเด็กส่วนใหญ่ถูกทอดทิ้งอย่างน่าเสียดาย

2. ขาดความเข้าใจในศักยภาพอันมีค่าของตนเอง ทำให้เด็กจำนวนมากใช้เวลากับชีวิตของตนเองให้สูญเปล่าน่าเสียดาย

3. การที่เด็กไม่ได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับพวกเขา เพราะหลักสูตรที่เขียนไว้มิใช่เพื่อเด็กส่วนใหญ่ แต่เป็นหลักสูตรที่พยายามคำนึงถึงสิ่งที่วัดได้ ในทางพฤติกรรมภายนอกที่สามารถแสดงออกได้ ความสามารถพิเศษของเด็กส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่วัดไม่ได้จากแบบทดสอบ

4. ขาดองค์กรที่ให้การสนับสนุนและศึกษาเด็กพวกนี้อย่างจริงจังเพราะมีเหตุผลมาจากทุกคนที่คิดว่าเด็กเหล่านี้ไม่ต้องการความช่วยเหลือใดๆเนื่องจากช่วยตัวเองได้อยู่แล้ว

5. เด็กมีความคับข้องใจ สิ้นหวังกับระบบการศึกษา จึงพบว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษส่วนมากเลิกเรียนกลางคัน เด็กที่อยู่ในระดับอัจฉริยะส่วนใหญ่เรียนไม่จบชั้นมัธยม จะเห็นได้ว่ายิ่งฉลาดเท่าใดยิ่งหนีจากระบบโรงเรียนเท่านั้น

6. ขาดการชี้นำที่ดีจึงทำให้ เด็กกลายเป็นคนสร้างปัญหาให้กับสังคม ติดสิ่งเสพติด มึนเมา เพื่อบรรเทาความล้มเหลวและสับสน เด็กหลายคนไม่ได้ใช้พรสวรรค์ในตัวให้ถูกทาง

7. เด็กส่วนใหญ่ถูกสอนให้มุ่งมั่นอยู่แต่วิชาการ สอบไล่ได้คะแนนเป็นเยี่ยมระดับเกียรตินิยม ให้ได้รับเหรียญตรา คนส่วนใหญ่จึงเข้าใจว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือคนที่เรียนเยี่ยม สอบคะแนนดี มีคะแนนเชาว์ปัญญาสูง ซึ่งที่จริงแล้วเด็กเรียนดีอาจไม่เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ แต่เด็กที่สอบตกซ้ำแล้วซ้ำอีกอาจเป็นเด็กอัจฉริยบุคคล

8. ขาดบุคลากรที่เข้าใจในเรื่องนี้อย่างแท้จริง โรงเรียนควรให้ผู้ปกครองมามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของลูกด้วย

นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้ว อุษณีย์ โพธิสุข (2542 : 33-35) ยังได้ตระหนักถึงสภาพปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษอีกว่า

1. รู้สึกเบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจกับบทเรียนที่เชื่องช้าอืดอาดยืดยาดไม่ท้าทาย
2. เด็กมีความกลัวความกังวลว่าจะทำอะไรผิดพลาดแล้วใครๆ ก็จะจดจำ
3. รู้สึกละอายที่ไม่ได้ทำสุดความสามารถ
4. รู้สึกโดดเดี่ยวเดียวดายและรู้สึกว่าตัวเอง “แตกต่าง” จากเพื่อนๆ และไม่สามารถจะเข้ากับเพื่อนวัยเดียวกันได้ดี
5. รู้สึกคับข้องใจเมื่อคิดว่าตัวเองทำดีแล้ว แต่ทำไมคนอื่นกลับมองเป็นเรื่องตลก
6. รู้สึกเกร็ง หากมีคำถามหรือปัญหาที่ทุกคนคาดหวังคำตอบจากตัวเด็ก
7. ตื่นเต้นเมื่อทำงานเสร็จอย่างดีแล้วมีคนสนใจ
8. รู้สึกเสียใจเมื่อความต้องการของตนไม่มีใครสนใจ
9. ความรู้สึกเครียดน้อยลงเมื่อทำคะแนนได้ต่ำ
10. รู้สึกภูมิใจเมื่อสามารถเข้าใจในสิ่งที่คนอื่นไม่เข้าใจ
11. รู้สึกกดดันหากถูกคาดหวังว่าให้เป็นที่หนึ่งเสมอ
12. รู้สึกเบื่อหน่ายที่จะเล่นกับเพื่อนที่มีความสนใจในคนละเรื่อง
13. รู้สึกตนเองไม่มีคุณค่า
14. รู้สึกถึงความลำบากในการปรับตัวกับสังคมและคนรอบข้าง
15. รู้สึกอยากเป็นอิสระที่ได้คิดและได้ทำอะไรให้ต่อเนื่องไม่ใช่ถูกควบคุมด้วยเวลา

พิชากร แปลงประสพโชค (2540 : 2-3) ได้นำเสนอปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เมื่อพิจารณาหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ของไทยในปัจจุบัน ปรากฏว่า หลักสูตรไม่ได้ตอบสนองธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งไม่ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะหลักสูตรปกติในโรงเรียน

มีข้อจำกัดทางเนื้อหาและวิธีการซึ่งจัดไว้สำหรับเด็กทั่วๆ ไป มิได้เปิดโอกาสให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางได้สำรวจค้นคว้าได้ตามความสนใจ ปัจจุบันเด็กในโรงเรียนกำลังเป็นเด็กที่ประสบความสำเร็จต่ำกว่าความสามารถตามศักยภาพจริง เด็กหลายคนอาจมีสติปัญญาสูงมากแต่ทำอะไรไม่ได้ดีสักอย่างอาจแสดงออกในทางไม่สบอารมณ์ผู้ใหญ่ ไม่ได้รับความรักความเมตตาและความปลอดภัยทางจิตใจ ซึ่งเป็นพื้นฐานทางด้านจิตใจทำให้ไม่สามารถตั้งสมาธิในการเรียน ทำอะไรนิสัยจับจด ไม่ใส่ใจการเรียนเท่าที่ควร และในที่สุดแววอัจฉริยะของเขาเหล่านั้นอาจลบเลือนไม่มีโอกาสฉายแสงอีกเลย

นอกจากนี้สังคมรอบตัวเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ส่งผลกระทบกระเทือนต่อโลกของเด็กได้แก่ความมุ่งหวังของพ่อแม่ผู้ปกครอง แรงกดดันจากเพื่อนร่วมห้อง ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียน ความเสมอภาควัฒนธรรม เชื้อชาติ และความแตกต่างทางเพศ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Bruni and others . 1987) กาลเบรียล (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Galbraith. 1985) ได้วิจัยพบข้อขัดข้องใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษดังนี้

1. ไม่มีอธิบายเลยว่าความเป็นอัจฉริยะที่แท้จริง เกี่ยวกับอะไรซอบปิดเป็นความลับอยู่ร่ำไป
2. งานหรือแบบฝึกหัดที่โรงเรียนง่ายเกินไปหรือน่าเบื่อ
3. พ่อแม่ครู และเพื่อนชอบตั้งความหวังให้เราเก่งพร้อมเป็นคนสมบูรณ์พร้อมไปทุกสิ่ง
4. คนร่วมชั้นถากถางว่าเราอยากดัง
5. เพื่อนๆ ที่เข้าใจเรามีน้อยและมักอยู่ไกลกัน
6. เราแตกต่างจากคนอื่น เราอยากให้คนอื่นเข้าใจสภาพของเรา
7. รู้สึกว่ามีสิ่งที่ต้องการทำลันเหลือจริงๆ
8. เรากังวลว่ามีปัญหาในโลกปะดังมามากเหลือเกิน และรู้สึกไร้ความหวังที่จะมีใครช่วยแก้ปัญหาได้

จากการวิจัยของนักจิตวิทยา ฮอลิงเวอร์ธ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Hollingwort. 1975) พบปัญหาของเด็ก IQ สูงมากๆ ตั้งแต่ 180 ขึ้นไปว่า เด็กสับสนและรู้สึกกระวนกระวาย กับกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนปกติ ต้องอาศัยการแนะแนวและการจัดหลักสูตรพิเศษช่วย

แม้ว่ามีความเป็นไปได้ที่เราจะหล่อหลอมบุคคลเหล่านี้ให้ใช้ศักยภาพสุดขีดของตนช่วยคนและสังคมที่มีอยู่ขณะนี้เราเผชิญปัญหายุ่งยาก 2 ประการที่เกิดทัศนะของสังคมและปัญหาในวงการของเรื่องความสามารถพิเศษเองดังนี้

1. การมองว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีสถานภาพทางเศรษฐกิจ และสังคมดีอยู่แล้ว มีข้อได้เปรียบมากมาย เช่น มีโอกาสในการเลือกศึกษามากกว่า มีโอกาสได้เรียนลึกซึ้งได้ตามความสนใจ และได้รับการส่งเสริมสติปัญญา

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

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ทำให้เราทราบถึงความต้องการของเด็ก โดยสภาพปัญหาของเด็กแต่ละคนล้วนแตกต่างกันออกไป ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จึงควรที่จะศึกษาถึงต้นตอของสภาพปัญหาที่แท้จริงเพื่อที่จะได้ตอบสนองถึงความต้องการของเด็กได้อย่างถูกต้อง เพื่อรักษาเด็กที่มีคุณภาพของประเทศให้มีมันสมองที่ดีต่อไป

1.5 ความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากงานของโอกิลวี (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 12-13; อ้างอิงจาก Ogilvie. 1973) และวัสสา (พิชากร แปลงประสพโชค.2540 : 12-13 ; อ้างอิงจาก Vassar.1977) เกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ สามารถกล่าวโดยรวมว่า

1. ต้องการติดต่อสัมพันธ์กับเพื่อนระดับสติปัญญาปานกลาง และที่มีความสามารถใกล้เคียงตนเอง

2. ต้องการประสบการณ์ที่ท้าทายความสามารถ ไม่ว่าในประสบการณ์เหล่านั้น ตนจะแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่

3. ต้องการคำแนะนำมากกว่าการเสนอเนื้อหา ในกรณีเนื้อหาสาระลึกซึ้ง

4. ต้องการผ่านระดับการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานอย่างรวดเร็ว และใช้ทรัพยากรความรู้ในขั้นก้าวหน้า

5. ต้องการมีเส้นทางวิจัย หาความรู้ด้วยตนเอง

6. ต้องการให้ปฏิบัติต่อตนเองเหมือนคนอื่น

7. ต้องการทำความเข้าใจและพัฒนาใช้ความคิดระดับสูง

อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 22-23) ได้ให้ความเห็นว่าจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพราะว่าไม่มีใครเข้าใจพวกเขาและเด็กเหล่านี้มีความต้องการ คือ

1. ต้องการการเรียนการสอนที่ท้าทายต่อศักยภาพและความสามารถของเขา

2. ต้องการงานที่ซับซ้อนและยากกว่าระดับปกติ

3. ต้องการใช้เวลาในสิ่งที่เขาเชี่ยวชาญน้อยกว่าเด็กคนอื่นๆ และเขาสามารถทำเสร็จเร็วกว่า แต่ต้องการเวลาที่เหลือหรือเวลานอกเหนือไปจากนั้นทุ่มเทให้กับสิ่งที่ลึกซึ้งกว่าที่เคยสอนอยู่ทั่วๆไป

4. ต้องการการยอมรับจากคนอื่นๆ

5. ต้องการคบหาเพื่อนวัยเดียวกัน และเพื่อนต่างวัยที่มีความสามารถทางสติปัญญาทัดเทียมกัน หรือคบคนที่สูงกว่า หรือคนที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกับเขา

6. ต้องการโอกาสที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถภายใน
7. ต้องการโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถพื้นฐานและสิ่งที่ตนเองสนใจ
8. ต้องการคำปรึกษาจากผู้ที่เป็นที่พึ่งได้

1.6 โปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

โปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นโปรแกรมการศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อช่วยให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพที่มีอยู่ของตนเองให้มากที่สุด แต่การเรียนการสอนในหลักสูตรปกติไม่สามารถตอบสนองความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เป็นเหตุให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องสูญเสียความสามารถที่มีอยู่ไป ดังนั้น นักการศึกษาจึงสนับสนุนและส่งเสริมที่จะให้มีการจัดโปรแกรมการศึกษาเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

การจัดโปรแกรมให้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ สามารถจัดได้หลากหลาย ดังนี้ คือ

1. การสอนเสริมหรือการสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment)

การสอนเสริมหรือการสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) เป็นการจัดการศึกษาให้เด็กได้รับความรู้และประสบการณ์ทางวิชาการเพิ่มไปจากหลักสูตรปกติ ขยายกิจกรรม เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ เน้นกระบวนการการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา เด็กที่ได้รับการสอนเสริมการเรียนไม่ได้รับการเลื่อนไปเรียนชั้นสูง หรือจบหลักสูตรเร็วกว่าเด็กปกติ ซึ่ง ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529 : 54) กล่าวว่าการสอนแบบนี้ เป็นการสอนในลักษณะดังนี้

1) การสอนเสริมในแนวกว้าง หมายถึง การให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษได้ศึกษาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรในแนวกว้าง ด้วยการนำไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ เพื่อขยายองค์ความรู้ให้กว้างขวางขึ้น

2) การสอนเสริมในแนวลึก หมายถึง การให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษได้ศึกษาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรอย่างลึกซึ้งและเข้มข้นกว่าเด็กปกติอื่นๆ

3) การสอนเสริมเรื่องที่ทันสมัย หมายถึง การให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษได้ศึกษาเรื่องราวของสิ่งต่างๆรอบตัวที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

นอกจากนี้ อุษณีย์ โพธิสุข (2540 : 52-53) ได้กล่าวเพิ่มเติมไว้อีกว่า การสอนเสริมหรือการสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) ยังสามารถจัดได้ดังนี้

1) การจัดชั้นพิเศษ ให้กับเด็กที่มีความสนใจ มีความสามารถเฉพาะวิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา ฯลฯ จะทำให้เด็กพัฒนาความสามารถได้ดีขึ้น เพราะได้ทำงานที่เหมาะสมมากขึ้น และครูก็จัดกิจกรรมง่ายขึ้น ได้ทำงานที่ท้าทายขึ้นทั้งครูและนักเรียน

2) จัดชั้นพิเศษบางเวลา เช่น เด็กเก่งกลุ่มศิลปะ ดนตรี คณิตศาสตร์ กีฬานอกเวลาเรียน เสาร์-อาทิตย์ ปิดเทอม อาจทำได้ทั้งกับเด็กในโรงเรียนเดียวกันต่างชั้นเรียน และเด็กต่างโรงเรียน

3) จัดกิจกรรมพิเศษในชั้นเรียนปกติในบางครั้ง คือการจัดเด็กทุกระดับไว้ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดพัฒนาการทางสังคมขึ้น แต่บางครั้งก็ควรจัดเด็กที่มีระดับการเรียนเดียวกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อโอกาสในการใช้กิจกรรมเสริมที่ยากกว่าปกติ

หลักเกณฑ์ในการจัดการสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) ให้แก่เด็กมีดังนี้

1) เนื้อหากระบวนการเรียนการสอนสลับซับซ้อน ลึกซึ้ง ยากกว่าหลักสูตรปกติและบูรณการกันหลายๆวิชา เน้นกระบวนการความคิดระดับสูง

2) ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเลือกสิ่งที่ตนเองจะเรียน

3) ตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาผลงานหรือผลการเรียนรู้ของเด็กให้ชัดเจน

4) ให้ความสนใจกับความมุ่งมั่นสำเร็จ ความกระตือรือร้นและการเปลี่ยนแปลงภายในที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ของเด็ก ที่จะส่งผลต่อสังคม

2. การลดระยะเวลาเรียน (Acceleration)

การลดระยะเวลาเรียน (Acceleration) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเด็กในระดับที่สูงขึ้น ในลักษณะของเนื้อหาวิชาและระดับชั้นอื่นที่เรียนสูงกว่าเด็กในวัยเดียวกัน และเปิดโอกาสให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษเข้าเรียนเร็วขึ้น หรือเรียนจบหลักสูตรหรือสำเร็จการศึกษาได้เร็วขึ้น แต่สิ่งสำคัญคือต้องป้องกันไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างพัฒนาการทางวิชาการกับพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สังคมของเด็ก ควรมีการศึกษาถึงความสามารถ และความต้องการตลอดจนจุดบกพร่องของเด็กแต่ละคนโดยรายละเอียดก่อนจะจัดการศึกษาให้แก่เด็ก (ผดุง อารยะวิญญู. 2531 : 13 ; ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2529 : 56)

หลักเกณฑ์การจัดการเรียนการสอนแบบการลดระยะเวลาเรียน (Acceleration)

อุษณีย์ โพธิสุข (2540 : 54) ได้กล่าวว่า เด็กที่จะเข้าลักษณะของการจัดการศึกษาแบบนี้ควรมีคุณลักษณะต่อไปนี้คือ มีความสามารถกว่าเด็กในวัยเดียวกันอย่างเห็นได้ชัด มีเกณฑ์ความสามารถทางสติปัญญาสูง IQ เกิน 130 ขึ้นไป (ในกรณีเด็กที่มีความสามารถทางสติปัญญา) มีวุฒิภาวะทางอารมณ์ และสังคมเหมาะสมกับอายุ กระหายที่จะเรียนรู้ โดยไม่เคร่งเครียด เด็กมีความพร้อมที่จะแยกจากเพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครองและโรงเรียนมีความเห็นตรงกันว่าควรใช้กระบวนการจัดการศึกษาแบบนี้กับเด็ก ต้องมีความแน่ใจว่าไม่เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใหญ่ที่อาจจะเป็นพ่อแม่ หรือครู ที่ตั้งความคาดหวังกับเด็กสูงจนเกินจริง ต้องมีคนดูแลและรับผิดชอบในการจัดอย่างมีระบบต่อเนื่อง

ผดุง อารยะวิญญู และดวงเดือน อ่อนน่วม ได้กล่าวถึงวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบลดระยะเวลาเรียน (Acceleration) อย่างสอดคล้องกันว่ามีดังต่อไปนี้ คือการเรียนข้ามชั้น

h 251822 ส.7

การเข้าเรียนก่อนอายุ การจัดให้เรียนในระดับมหาวิทยาลัย (ผดุง อารยะวิญญู. 2539 : 184 ; ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2529 : 57-59)

3. การใช้ผู้เชี่ยวชาญ (Mentoring)

การใช้ผู้เชี่ยวชาญ (Mentoring) เป็นการจัดผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านใดด้านหนึ่ง มาเป็นผู้ดูแลให้คำปรึกษาโดยเฉพาะ

4. การขยายหลักสูตร (Extension)

การขยายหลักสูตร (Extension) เป็นการจัดการศึกษานอกหลักสูตร สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่สามารถตอบสนองความสนใจเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี ทั้งยังสามารถทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มได้ (อุษณีย์ โพธิสุข : 117-125)

กล่าวโดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่า การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษสามารถกระทำได้ 4 รูปแบบ คือ การเพิ่มพูนประสบการณ์ การลดระยะเวลาเรียน การใช้ผู้เชี่ยวชาญ และวิธีการขยายหลักสูตร ซึ่งต้องอาศัยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนว่ารูปแบบใดจะเหมาะกับเด็กคนไหน และถ้าสามารถจัดได้ตรงกับความต้องการของเด็กแต่ละคนแล้ว วิธีการดังกล่าวมาแล้วทั้งหมดก็จะเป็นประโยชน์ในการทำจะพัฒนาศักยภาพของเด็กเป็นอย่างยิ่ง

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

นิตติยา ปภาพจน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจะจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมกับความสามารถที่แท้จริงของเด็ก โดยเลือกสรรเนื้อหา วิธีการ จัดกิจกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ เวลาและการวัดประเมินผล บนพื้นฐาน ความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 17 คน โดยใช้หลักสูตรเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) ดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out Program) ให้มาเรียนในช่วงปิดภาคเรียน โดยเรียนทุกวัน (เว้นวันหยุด) ผลปรากฏว่า เนื้อหาของหลักสูตรมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนมากที่สุด ส่วนความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ปรากฏว่าประเด็นต่างๆ ขององค์ประกอบหลักสูตรมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี ผลการใช้หลักสูตรปรากฏว่าคะแนนที่ได้จาการทดสอบก่อนและหลังการเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางดี

พิชากร แปลงประสพโชค (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรพิเศษเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และศึกษาว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษดังกล่าวสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรได้ภายใน 70 ชั่วโมงหรือไม่ รูปแบบกิจกรรมจะใช้กิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี (Renzulli's Enrichment Triad Modes) โดยให้เรียนในภาคฤดูร้อน โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ ทั้งเสริมมุมทรัพยากรความรู้ (resourse corner) ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในกรุงเทพและปริมณฑล จำนวน 10 คน คัดมาจากนักเรียน 72 คน ผลการทดลอง ปรากฏว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้ครบหลักสูตรและสอบผ่านข้อสอบอิงเกณฑ์ทุกฉบับภายใน 70 ชั่วโมง ได้คะแนนเพิ่มจากการสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีเจตคติลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เนื่องจากความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณญาณ

2.1 ความหมายของการคิดวิจารณญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชียวชาญด้านการคิดหลายคนได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายลักษณะ ซึ่งแตกต่างไปต่างมุมมองในการพิจารณาของแต่ละบุคคล เพราะการให้นิยามและธรรมชาติของการคิดขาดการยอมรับของคนทั่วไป และเมื่อพิจารณากระบวนการคิดในแต่ละครั้งมักพบว่าต้องประกอบด้วยสิ่งที่จะคิดหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะคิด วิธีการคิด และจุดมุ่งหมายของการคิดที่แตกต่างกัน (ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. 2539 : 51 ; อ้างอิงจาก Chuska.1986) เป็นองค์ประกอบที่ช่วยให้นักทฤษฎีสามารถจำแนกการคิดออกเป็นประเภทต่างๆได้

ดิวอี้ (Dewey. 1933 : 30) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ต่อความเชื่อหรือความรู้ต่างๆโดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุนความเชื่อหรือความรู้นั้น รวมทั้งข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง และดิวอี้ได้อธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า มีขอบเขตอยู่ระหว่าง 2 สถานการณ์ คือ การคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสับสน และสิ้นสุดหรือจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน เอนนิส (Ennis. 1985 : 46) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 12) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

กู๊ด (Good. 1973 : 680) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อมูลสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ฮัดจินส์ (Hudgins. 1977 : 173-206) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐานเพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล และตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุผล ทักษะการคิดที่กล่าวมาข้างต้นหมายถึงการเปรียบเทียบความแตกต่าง (Contrasting) การคาดเดา (Predict) วิธีการอุปนัย การสรุปนัยทั่วไป การพิจารณากรณีเฉพาะ (Generalizing) การจำแนกการจัดจำพวก วิธีการนิรนัย การหยั่งเห็น การหากฎเกณฑ์ของลำดับ การเรียนลำดับเหตุการณ์หรือเหตุผล การปรับให้สมเหตุสมผล การพิสูจน์ การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ การประเมินผล การหารูปแบบ (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 16) ฮันกิน (วรรณา บุญฉิม. 2541 : 11-12 ; อ้างอิงจาก Russel. 1956 : 281-282 : Hunkin. 1962 : 337) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึง การกระทำด้านการคิดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์และประเมินผลของข้อมูล

มัวและปาร์เกอร์ (Moore and Parker. 1986) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าคือ การพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธข้ออ้างต่างๆ เป็นการตัดสินใจอย่างฉลาดในการเชื่อถือและปฏิบัติซึ่งจะต้องมาจากการที่ได้มีการประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างสุขุมรอบคอบ ใช้ความสามารถในการเชื่อมโยงประเด็นปัญหา พิจารณาตัดสินใจในการกระทำต่างๆอย่างถูกต้องเหมาะสม

เดอแวง (Devine. 1981) ได้อธิบายว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการชี้ให้เห็นรายละเอียดระหว่างข้อมูลจริงกับความเห็น การประเมินผลข้อมูล การพิสูจน์อคติและการจดจำสิ่งที่ประทับใจได้

ฟาเซียน (Faceince. 1984 : 253) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการหาข้อสรุปจากข้อความกลุ่มหนึ่งอย่างมีเหตุผลถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา การอ้างเหตุผลเป็นการแสดงออกของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของบุคคลและการอ้างเหตุผล สำหรับข้อสรุปใดๆ จะมีความน่าเชื่อถือหรือมีเหตุผลพอสมควร ตามข้ออ้างหลักฐานที่ปรากฏ วิธีการคิดนี้นำไปใช้ในวิชาการ

รักไจโร (Reggiero. 1984 : 129) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการตรวจสอบคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปัญหาที่เสนออย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อตัดสินความหนักแน่น (Strength) และความไม่หนักแน่น (Weakness) ของคำตอบนั้น กล่าวโดยสรุปการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงประเมินตัดสิน

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2523 : 144-147) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างอย่างมีวิจารณญาณอย่างสั้นๆว่า หมายถึง การตรวจหาเหตุผล

อมร ลิมปนาทร (2530 : 10) ได้ให้ความหมายของความคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึง ความคิดใคร่ครวญที่ต้องอาศัยเหตุผล ความรู้ และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจอย่างรอบคอบถูกต้องเหมาะสม แล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537 : 8) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏโดยใช้ความรู้ความคิดประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

วินัย ดำสุวรรณ (2538 : 4) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล โดยใช้ความตื่นตัวในการสังเกต การวิเคราะห์ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง เพื่อนำไปสู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล

วนิดา ปานโต (2543 : 11) ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญาในการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างสุขุม รอบคอบ มีเหตุผล มีการประเมินสถานการณ์ เชื่อมโยงเหตุการณ์ สรุปความ ตีความ โดยอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียด เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้นสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบใคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อลงสรุปที่ถูกต้อง ว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

2.2 กระบวนการคิดวิจารณญาณ

เมื่อพิจารณาจากคำนิยามของการคิดวิจารณญาณที่เสนอมาจะเห็นได้ว่าการคิดวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดนับตั้งแต่การเผชิญปัญหาจนถึงลงสรุป และประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา การพิจารณากระบวนการคิดวิจารณญาณจึงเป็นการหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการคิดที่ประกอบกันเป็นการคิดวิจารณญาณว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไร ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดที่บุคคลต่างๆ ได้เสนอไว้เพื่อสังเคราะห์ว่ากระบวนการคิดวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการใดบ้าง ดังต่อไปนี้

เอนนิส (Ennis. 1985 : 46) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิจารณญาณไว้ว่า

1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมใน แต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. ตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

วัตสัน และเกลเซอร์ (บำรุง ใหญ่สูงเนิน. 2536 : 26-28 ; อ้างอิงจาก Watson and Glaser. 1964) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดวิจารณญาณไว้ว่า ประกอบด้วย ทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่อไปนี้

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

จอห์น และคาร์ทีรีน (John and Catherine) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. อุปมาอุปไมย เป็นการวัดความสามารถของเด็กในเรื่องของการหยั่งรู้ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ และเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการเชื่อมโยงความคิดต่างๆ เข้าด้วยกันแล้วทำให้สมบูรณ์

2. การอนุมาน เป็นการวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น โดยเฉพาะสามารถแยกได้ว่า ประโยคไหนหรือข้อโต้แย้งไหนใช้หลักตรรกศาสตร์ที่ผิด

3. หลักฐานที่หายไป เป็นการวัดความสามารถในการคัดแยกหรือหาหลักฐานที่หายไปเพื่อนำมาทำให้สมบูรณ์ตามหลักของการอนุมานของตรรกศาสตร์ เมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สิ่งนั้นสามารถสรุปได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โดยเฉพาะความสามารถที่จะวินิจฉัยข้อสรุปที่นำมาสนับสนุน

4. ความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม เป็นการวัดความสามารถด้านการศึกษาข้อมูลและสังเคราะห์ ด้านตรรกศาสตร์ที่มีอยู่จริง

5. การสังเคราะห์ลำดับ เป็นการฝึกให้นักเรียนสังเคราะห์ประโยคหรือข้อมูลที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการด้านความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

6. ยุทธวิธีไขปัญหา เป็นส่วนที่ประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลของคำถาม ข้อมูลที่มีส่วนต่างๆ ที่แยกออกมา เปรียบเทียบยุทธวิธีต่างๆ ที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสรุปความขั้นตอนนี้เป็น

การวัดความสามารถของนักเรียนในการประเมินค่าของข้อมูลและนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพที่สุด

7. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและที่ไม่ตรงประเด็น จะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ และปัญหาต่างๆ ที่มีทั้งชัดเจนและตรงประเด็น ในการที่จะตอบปัญหาหรือแก้ปัญหาส่วนนี้จะวัดความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและมีวิจารณญาณในการคัดแยกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือไม่ครบถ้วน

8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ ในส่วนนี้จะประกอบด้วยรูปแบบที่เหมือนกันหรือที่คล้ายคลึงกันและหลากหลายลักษณะหรือมีสัญญลักษณ์ประจำตัวที่พิเศษซึ่งบรรจุอยู่ในรูปแบบต่างๆ ในส่วนนี้จะวัดความสามารถของเด็กนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบ, การตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ, การใช้สมมติฐานเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจว่าลักษณะใดหรือสิ่งใดที่ถูกต้อง

2.3 ทักษะการคิดที่ส่งเสริมการคิดวิจารณญาณ

ในส่วนของการคิดวิจารณญาณ นักการศึกษาได้กำหนดทักษะการคิดสอดคล้องกัน ดังนี้ สกินเนอร์ (Skinner) กำหนดว่า ทักษะการคิดวิจารณญาณ ประกอบด้วยทักษะในการคิดต่อไปนี้

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

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

วัตสัน และเกตเซอร์ (บำรุง ใหญ่สูงเนิน. 2536 : 26-28; อ้างอิงจาก Watson and Glaser. 1964) ได้กล่าวถึงทักษะ 5 ประการสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ

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

เสดิร์นเบิร์กและบารอน (บำรุง ใหญ่สูงเนิน. 2536 : 26-28 ; อ้างอิงจาก Sterberg and Baron. 1985) ได้กำหนดทักษะการคิดวิจารณญาณไว้ดังนี้

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

ลิพแมน (บำรุง ใหญ่สูงเนิน. 2536 : 26-28 ; อ้างอิงจาก Lipman. 1988) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิจารณญาณทำให้บุคคลมีการตัดสินใจที่เที่ยงตรงมากกว่าความคิดธรรมดา ซึ่งประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้

1. การประมาณค่า (Estimating)
2. การประเมินผล (Evaluating)
3. การคาดการณ์ (Assuming)
4. การวินิจฉัย (Inferring)
5. การวางหลักการ (Grasping Principle)
6. การหาความสัมพันธ์ (Relationship)
7. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
8. การเสนอข้อคิดเห็น (Offering the Opinions)
9. การตัดสินใจ (Making Judgment)

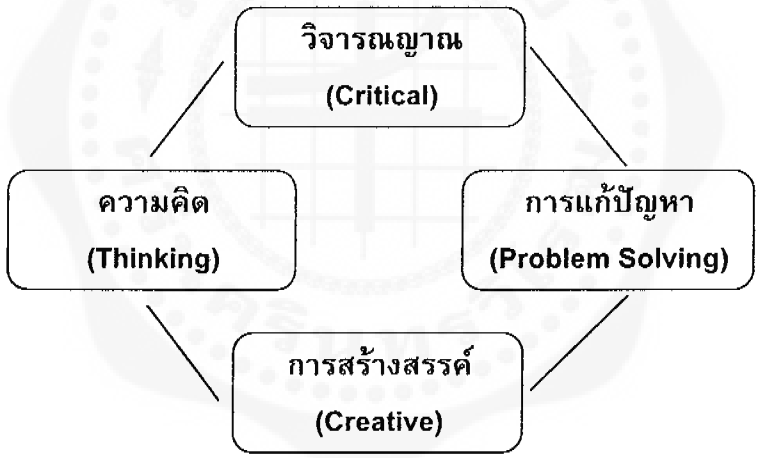
จากการศึกษาเกี่ยวกับทักษะในการคิดวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปโดยการจัดเป็นกลุ่มได้ดังต่อไปนี้

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

2.4 การคิดวิจารณญาณในระดับประถมศึกษา

นักจิตวิทยาและนักวิจัยทางการศึกษาพยายามที่จะวัดและค้นหาความคิดวิจารณญาณของเด็กระดับประถมศึกษามานานแล้ว ผลของการศึกษาอย่างต่อเนื่องสามารถสรุปได้ว่า เด็กก่อนวัยรุ่นที่เรียนในระดับประถมศึกษามีพัฒนาการทางความคิดและการใช้เหตุผลซึ่งเป็นลักษณะของความคิดวิจารณญาณแล้ว ฟิชเชอร์ (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 14-16 ; อ้างอิงจาก Fisher. 1988 , 1992) อธิบายว่า ความคิดวิจารณญาณของเด็กระดับประถมศึกษาสามารถ แบ่งออกจากความคิดของบุคคลเป็นลักษณะของกระบวนการ ได้เป็นสองลักษณะ คือ วิจารณญาณและการสร้างสรรค์ วิจารณญาณหรือวิธีการวิเคราะห์ (analytical approach) เกี่ยวข้องกับการมองเห็นส่วนต่างๆ ของปัญหา และความเกี่ยวข้องกับวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา

บางครั้งในทางจิตวิทยาจะเรียกวิจารณญาณว่า ความคิดเอกนัย (convergent thinking) ส่วนในด้านความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีการอันหลากหลายและแปลกใหม่ อาจเรียกว่า ความคิดเอนกนัย (divergent thinking) หรือความคิดแนวข้าง (lateral thinking) ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการของความคิดสู่การแก้ปัญหา

ความคิดวิจารณญาณที่สามารถตรวจสอบได้จากเด็กระดับประถมศึกษาจะเกี่ยวข้องกับความพร้อมในการไตร่ตรองจากประสบการณ์การคิดพิจารณาอย่างต่อเนื่องความพร้อมในการอธิบายทางเลือกในการพิจารณาปัญหา การปฏิเสธบางสิ่งที่จะเกิดขึ้นจริงในสถานการณ์รอบตัว การใช้หลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจและการตระหนักถึงหลักฐานเหล่านี้ว่า จะก่อให้เกิดการตัดสินใจที่แตกต่างกัน

ความคิดวิจารณญาณเป็นการเน้นความสำคัญของความสำคัญของความต้องการที่จะพูดและทำด้วยความถูกต้องเหมาะสมประสบการณ์ความคิดวิจารณญาณของเด็กจะช่วยให้เขา

หลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนในการคิดบางอย่างได้เช่นความคลาดเคลื่อนในการรับรู้ (คิดว่าถูกเพราะบางส่วนมันถูก) ความคิดที่ยึดตัวเองเป็นหลัก (คิดว่าถูกเพราะฉันเห็นว่าถูก) การตัดสินใจน่าเชื่อถือ (เพราะมองดูแล้วว่าน่าจะถูกต้อง) เหล่านี้เป็นต้น

เด็กจะซึมซับทัศนคติและความคิดเห็นจากผู้ใหญ่ตลอดอยู่แล้วธรรมชาติข้อนี้แสดงให้เห็นถึง ความสามารถของเด็กในการเรียนรู้ที่จะแสดงความสอดคล้องกับความคิดของผู้อื่นได้ ฟิชเชอร์ (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 14-16 ; อ้างอิงจาก. Fisher. 1988) จึงสรุปว่าการเรียนรู้ของเด็กที่จะนำไปสู่การคิดวิจารณญาณจึง หมายถึง นัยสองประการ คือ การเรียนรู้ว่าจะถามอย่างไร และเรียนรู้ว่าจะใช้เหตุผลอย่างไร ผู้ใหญ่ทั่วไปมักคุ้นเคยกับการใช้คำถามของเด็ก แต่เหตุผลของเด็กออกเป็นเรื่องไม่มั่นใจสำหรับผู้ใหญ่ และได้อธิบายว่าคำว่าเหตุผล (reason) สำหรับเด็กน่าจะสืบเนื่องมาจากคำว่าอัตราส่วน (ratio) ซึ่งหมายถึงความสมดุลย์ (balance) เด็กที่คิดวิจารณญาณจะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาตรวจสอบอย่างรอบคอบมีการประเมินความรู้ความคิด และชั่งน้ำหนักข้อโต้แย้ง (argments) ก่อนจะมีการตัดสินใจอย่างสมดุล โดยใช้ปัจจัยที่กล่าวแล้วในอัตราส่วนที่เหมาะสม การเป็นผู้มีความคิดวิจารณญาณจึงสอดคล้องกับการพัฒนาทัศนะคติที่ดีในการใช้เหตุผล ความเต็มใจที่จะคิดอย่างท้าทาย และต้องการความจริง

ความคิดวิจารณญาณของเด็กระดับประถมศึกษาเกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญ 3 ประการต่อไปนี้

1. ความพร้อมในการใช้เหตุผล (A readiness to reason) เด็กต้องการที่จะคิดและเขามีสิทธิที่จะคิดเองได้ด้วยการใช้ประสบการณ์ การส่งเสริมให้เด็กมีความพยายามในการใช้เหตุผลจึงเป็นหน้าที่ของผู้ใหญ่ที่ต้องสาธิตหรือเป็นตัวอย่างในการใช้เหตุผลตามสถานการณ์ที่แตกต่างกันเมื่อเด็กมีความพร้อมในการใช้เหตุผลจะทำให้เด็กมีทัศนะคติที่ถูกต้องในการพิจารณาข้อโต้แย้ง (arguments) หรือการอ้างเหตุผลมิใช่การโต้แย้งที่เป็นเชิงทะเลาะวิวาท เด็กที่มีความพร้อมในการใช้เหตุผลจะใช้การโต้แย้งโดยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาความจริงจากการนำร่องของเหตุผล

2. ความเต็มใจที่จะคิดอย่างท้าทาย (A willingness to challenge) สัญลักษณ์อย่างหนึ่งของผู้มีความคิดวิจารณญาณ คือความพร้อมที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นอย่าง ท้าทายเมื่อเด็กพร้อมจะฟังความคิดของผู้อื่น เขาย่อมเต็มใจที่จะคิดและใช้เหตุผลของตนเองได้อย่างท้าทายเช่นกัน ซึ่งปัจจัยลักษณะนี้ค่อนข้างที่จะต้องใช้ความรู้สึกที่เข้มมากสำหรับเด็ก ความพร้อมที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นจึงต้องอาศัยการเปิดใจกว้าง (open-mindedness) หมายถึง การเตรียมที่จะรับฟังข้อมูลหลักฐานใหม่อย่างยุติธรรม

3. การต้องการความจริง (A disire for truth) การค้นหาความจริงต้องใช้ความสงสัย (doubt) เป็นตัวช่วย ตัวอย่างการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์คนสำคัญๆ ของโลก แนวคิดทฤษฎีต่างๆ ที่ศึกษากันอยู่ในปัจจุบันล้วนแต่เป็นการอธิบายความจริงที่มีพื้นฐาน หรือจุดเริ่มต้นจากความสงสัยทั้งสิ้น ความสงสัยกระตุ้นให้เด็กค้นหาความจริง ความต้องการความจริงให้ได้เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.5 การพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณ

การพัฒนาความคิดของผู้เรียนนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาและสามารถพัฒนาได้โดยการสอน การพัฒนาการคิดจึงเข้ามามีบทบาทในการจัดการศึกษา แต่การสอนทักษะการคิดก็ยังประสบปัญหาต่างๆ โดยครูส่วนใหญ่ในโรงเรียนมักจะเน้นวิธีการท่องจำ ทำให้เด็กไม่ได้พัฒนาความคิดเท่าที่ควร เด็กไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้เมื่อประสบด้วยตนเอง ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ค้นคว้าเสนอแนวคิดและกระบวนการในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายแบบคือ

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984 : 26 -30) ได้จัดประเภทโปรแกรมการสอนการคิดเป็น 5 ประเภท คือ

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

2. โปรแกรมที่ใช้ยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหามุ่งศึกษากลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จสูง เช่น โปรแกรมของเซินเฟลด์ ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และโปรแกรมการทดลองกระบวนการสอนของ สายสมร ทองคำ (2533 : 24) ที่ทดลองเพื่อสร้างลักษณะนิสัยการคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็นในเรื่องกฎหมายกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลยุทธที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติ แสดงว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

3. โปรแกรมที่ใช้แนวทางการพัฒนาความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยการสอนโปรแกรมนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดจากการคิดเฉพาะด้านและการคิดที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้างและคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ เช่น แนวทางการสอนแบบครบวงจรที่พัฒนาโดย คาร์พลัสและคณะ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนคือ การสำรวจ การคิดค้นและการนำไปประยุกต์ใช้

4. โปรแกรมที่ใช้แนวทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ เป็นแนวทางการสอนที่ผ่านทางการเขียน หรือภาษาสัญลักษณ์ ซึ่งได้รับการส่งเสริมในรูปของหนังสือมากกว่าในโปรแกรม

5. กลุ่มที่ใช้แนวทางการสอนคิดเป็นเนื้อหาสาระสำคัญ โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองได้ดีขึ้น เพราะผู้เรียน จะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังทำและคิดอะไร และต้องการรู้อะไร ซึ่งจะเป็นแนวทางให้สามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนได้ในขณะที่ทำการคิด

ฮัทกิน (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 14-16 ; อ้างอิงจาก Hudgins. 1977) เสนอแนวคิดการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณ โดยอาศัยแหล่งที่มาของความคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ

ผู้เรียนต้องสร้างเครื่องมือภายในใจตนเองให้เป็นคนมีเหตุผลเสียก่อน เครื่องมือนั้นคือ ข้อโต้แย้ง (argument) หรือการอ้างเหตุผลนั่นเอง ส่วน ฟริสเซอร์ (วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 14-16 ; อ้างอิงจาก Fisher. 1988 , 1992) เห็นว่า การพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณน่าจะมุ่งเน้นไปในแนวทางเดียวกับการพัฒนาการรู้คิด (cognitive development) ซึ่งประกอบด้วย 5 แนวทาง คือ

1. ช่วยให้เด็กรู้จักการมอง ที่เป็นการมองรอบๆ ตัว อย่างชัดเจนและเป็นไปได้

2. ช่วยให้เด็กรู้จักเลือกในขณะที่มีสิ่งเร้ามากระทบมากมาย เด็กอาจอาศัยตัวแบบจากผู้ใหญ่ ประสบการณ์กับหลักฐานการมองโดยส่วนตัวเป็นเกณฑ์ในการเลือก

3. ช่วยให้เด็กรู้จักวางแผน พฤติกรรมการวางแผนเป็นลักษณะที่พบได้จากเด็กทั่วไป การช่วยให้เด็กรู้จักวางแผนอยู่ที่การแนะนำให้เด็กวางเป้าหมาย ตรวจสอบแผนและแก้ปัญหา

4. ช่วยพัฒนาการควบคุมตนเอง โดยการควบคุมตนเองนี้มาจากการยอบรับและใช้เหตุผลที่เหมาะสมเป็นหลัก

5. ช่วยพัฒนาความเที่ยงตรง ความเที่ยงตรงในที่นี้เป็นความเที่ยงตรงในการคิด และการรับรู้สถานการณ์ กิจกรรมและสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของเด็ก มีส่วนช่วยพัฒนาความเที่ยงตรงอย่างมาก

เอนนิส (Ennis. 1990 : 13-16) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดวิจารณญาณว่าให้สอนแยกต่างหากจากเนื้อหาของวิชาที่จะนำมาสอนตามปกติในหลักสูตร เขาเห็นว่าจุดมุ่งหมายหลักของการสอนก็คือ การสอนให้ผู้เรียนคิดวิจารณญาณในเนื้อหาที่อยู่นอกโรงเรียน แต่บางครั้งอาจจะต้องใช้เนื้อหาประกอบด้วย และเขาได้เสนอแนะไว้อีกว่า ในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ การสอนแยกเป็นสาขาวิชาหนึ่งอีกต่างหาก

แบนด์แมนและแบนด์แมน (สมสุข โถวเจริญ. 2541 : 32-34 ; อ้างอิงจาก Bandman and Bandman. 1988 : 6) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้นักศึกษาเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. Feeling Model เป็นความรู้สึกประทับใจในข้อมูลที่ได้รับ จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสังเกตความไวต่อความรู้สึก มีความเข้าใจ ตื่นตัวต่อสัญญาณชีพ อาการแสดงและสนใจ ในภาวะจิตใจของผู้ป่วย นอกจากความรู้สึกดังกล่าวแล้ว ยังต้องการการหยั่งรู้เกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ

2. Vision Model เป็นรูปแบบต่อจาก Feeling Model จะมีการสร้างความคิดเพื่อจัดระบบและแปลความรู้สึก สันนิษฐานข้อมูลของผู้ป่วย มีการสืบค้นหลัก หรือกฎที่อาจนำไปสู่การตอบสนองที่เหมาะสมระหว่างพยาบาลและผู้ป่วย

3. Examination Model รูปแบบการทดสอบหรือการตรวจสอบ ใช้ในการสะท้อนความคิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง รวมทั้งกฎหรือการวินิจฉัยที่ได้คิดเอาไว้ เพื่อการตรวจสอบและตรวจพินิจ

ซีเจล (ศศิธร จิตตพุทธิ์. 2539 : 19-20 ; อ้างอิงจาก Siegel. 1988 : 4) ได้ชี้ถึงความจำเป็นในการสอนให้นักศึกษามีความสามารถในการคิดวิจารณญาณเอาไว้ 3 ประเด็น ได้แก่

1. เป็นการช่วยเหลือให้นักศึกษามีความพึงพอใจในตนเอง และรู้สึกถึงอิสระภาพในการปกครองตนเอง เนื่องจากการสอนให้นักศึกษามีการคิดวิจารณญาณ จะมีการเปิดโอกาสให้นักศึกษามีการโต้ตอบอย่างกระตือรือร้น และยอมรับความคิดเห็น การตัดสินใจ หรือการประเมินของนักศึกษาที่อยู่บนเหตุผลที่ซื่อตรง

2. การสอนให้เกิดการคิดวิจารณญาณ จะเป็นการเพิ่มพลังอำนาจ (empower) แก่นักศึกษาในการควบคุมตนเอง ที่จะวางจุดหมายให้กับตนเอง สนับสนุนให้นักศึกษาตั้งคำถาม เสาะหาทางเลือก

3. การสอนให้เกิดการคิดวิจารณญาณ จะเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาการให้มีการใช้เหตุผล รู้จักการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

1. เสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. ถามให้ผู้เรียนตอบและระบุเหตุผล
3. ถามซ้ำเพื่อดูว่าผู้เรียนให้เหตุผลโดยใช้การถ่ายโอนได้หรือไม่

โกวิท ประวาลพฤกษ์ (2533 : 32) ได้เสนอขั้นดอนการพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

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

สุมน อมรวิวัฒน์ (2530 : 14) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

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

สมเจตน์ ไวยาการณ์ (2539 : 27) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

1. ขั้นการวางแผน
   1.1 การสำรวจหัวข้อเนื้อหา
   1.2 การจัดกลุ่มและลำดับของเนื้อหา

2. ขั้นตอนการสร้างความคิดรวบยอด

2.1 ค้นหาคำสำคัญของเนื้อหา

2.2 ค้นหาความสัมพันธ์ของคำสำคัญ

2.3 ค้นหาลักษณะของคำสำคัญ

2.4 ค้นหาและกำหนดขั้นตอน

สุมาลี จันทร์ชลอ (2533 : 28) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

1. ฝึกการคิดรายบุคคล
2. ตรวจคำตอบกับเพื่อนในกลุ่ม
3. ประเมินและตรวจสอบตนเอง

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2530 : 15) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

1. ฝึกการคิดเป็นรายบุคคล
2. ฝึกเป็นกลุ่ม
3. ตรวจคำตอบ
4. แนะนำแนวคิด และหลักการและเหตุผลจากทำแบบฝึกนั้นๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

2.6 การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาได้ หากได้มีการจัดสภาพการณ์และกระบวนการที่เหมาะสม เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการทำงานของสมองที่ต้องใช้โครงสร้างทางปัญญา (Cogmitive Structure) และกิจกรรมทางสมอง (Activities of the Mind) เป็นกลไกทางปัญญาของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดเนื้อหา และกลไกที่เหมาะสม เคอร์ฟิสส์ (Kurfiss) ได้กล่าวว่า การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยทั่วไปจะเน้นที่กิจกรรมและการปฏิบัติ เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจถึงสภาพการณ์ที่มีความหมายต่อตนเอง ขณะเดียวกันเด็กจะแสวงหาสภาพการณ์ คำถาม หรือ ปัญหาที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล ช่วยให้ตัดสินใจได้ และบรูเนอร์ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2541 : 12 ; อ้างอิงจาก Bruner. 1965) ให้ทัศนะที่สอดคล้องเช่นเดียวกันว่า เด็กจะเกิดการคิดได้ต้องเริ่มต้นจากการได้ลงมือทำเสียก่อน การกระทำนี้ทำให้เด็กค่อยๆเกิดความคิด สร้างจินตนาการและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมในภายหลัง ซึ่งจะส่งผลให้เด็กสามารถเข้าใจในเรื่องสัญลักษณ์ได้ต่อไป ส่วน จอยซ์และวิลล์ (ทิศนา แขมมณี และคณะ. 2540 : ข.1 ; อ้างอิงจาก Joyce & Will. 1980. Model of Teaching) มีแนวคิดว่า เด็กจะเกิดความคิดได้เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลรอบๆ ตัว โดยจะเริ่มจากการคิดรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การเปรียบเทียบแยกแยะข้อมูล เพื่อสร้างมโนทัศน์หลายๆมโนทัศน์ แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆเหล่านี้มาสรุป และใช้ข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายและทำนายเหตุการณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

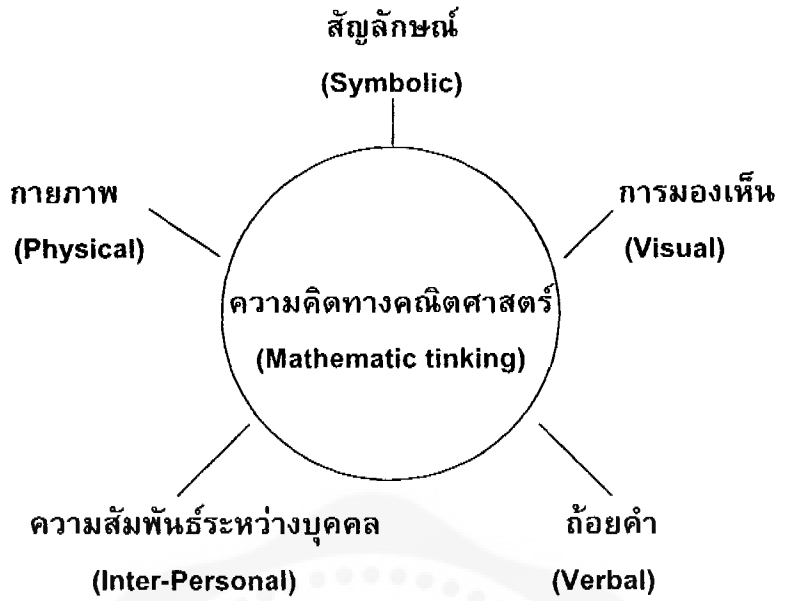
จะเห็นได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งครูจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้เด็กพัฒนาการการคิดให้เกิดขึ้น ทั้งนี้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกควรจะท้าทายความสนใจของเด็ก และมีความเกี่ยวพันกับชีวิตประจำวันของเด็ก นอกจากนั้นก็ควรจะอยู่ในระดับความสามารถของเด็กที่จะแสวงหาคำตอบได้อย่างไม่ยากจนเกินไป ขณะเดียวกันเด็กควรจะได้ฝึกคิดจากสถานการณ์ หรือปัญหาที่ง่ายและค่อยๆนำไปสู่ระดับที่ยากขึ้น รวมทั้งครูควรทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้เด็กเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ และค้นหาคำตอบจนเป็นที่น่าพอใจ (ทิศนา แขมมณี. 2533 : 3)

และการพัฒนาให้เด็กคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจะต้องเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้เด็กสามารถตัดสินใจเลือกได้โดยอาศัยหลักฐานการอ้างอิง การนิรนัย การแปลความ และการประเมินค่า ตามความคิดของตนได้อย่างเต็มที่ (วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. 2535 : 3) ทั้งนี้ เพราะการคิดไม่สามารถวัดโดยตรงได้ การประเมินว่ามีการคิดเกิดขึ้นก็โดยต้องสังเกตการตอบสนองของเด็กต่อการกระตุ้นนั้น และเด็กจะแสดงการตอบสนองว่ามีการคิดเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการกระตุ้นด้วยข้อมูลมาเป็นคำถาม ซึ่งลักษณะการถามจะมีลำดับความยากง่าย โดยเริ่มตั้งแต่ระดับความรู้ ความจำ จนกระทั่งถึงการประเมินค่า นอกจากการกระตุ้นให้คิดด้วยการใช้คำถามแล้ว การให้สภาพการณ์ที่ไม่คุ้นเคยก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้เกิดการคิดขึ้นได้ เพราะในสถานการณ์ดังกล่าวเด็กต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูล หรือนำข้อมูลประสบการณ์ที่เคยได้รับมาแล้วมาใช้ในการประเมินสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การเข้าใจในสถานการณ์นั้นๆ ขณะเดียวกัน การแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันของเด็กก็เป็นกระบวนการที่แสดงให้เห็นถึงการเกิดกระบวนการคิดในเด็ก ดังนั้นการที่จะทำให้เด็กเกิดการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายหรือมีระบบนั้น เด็กจะต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือได้รับการกระตุ้นที่มีเป้าหมายตามที่ได้กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง (อุไร มะวิญธร. 2543 : 37)

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น สามารถพัฒนาได้กับเด็กทุกวัย และทุกระดับการศึกษา โดยการจัดสภาพแวดล้อม ประสบการณ์ กิจกรรม ตลอดจนกระบวนการและกิจกรรมที่เหมาะสม สามารถพัฒนาได้โดยการที่เด็กลงมือกระทำด้วยตนเอง ซึ่งจะสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้และสิ่งแวดล้อมที่เด็กประสบในชีวิตประจำวัน

2.7 ความคิดวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหาบนแผ่นกระดาษและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดได้หลายแนวทาง ตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์ (Fisher. 1992 : 208)

การใช้ถ้อยคำ (verbal) โดยผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใส่คำพูดเป็นกระบวนการของแผน การสร้างความรู้สึกและความหมายสำหรับคนคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (inter – personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกับการสังเกตผู้อื่นการเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาร่วมกัน

กายภาพ (physical) การใช้ลักษณะทางกายภาพมาปฏิบัติในงานทางคณิตศาสตร์ โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสมการจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการ ประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและรูปทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตา การคิดในเทอมของช่องว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ

สัญลักษณ์ (symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำไปสู่การแปลความหมาย การบันทึกและทำงานเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

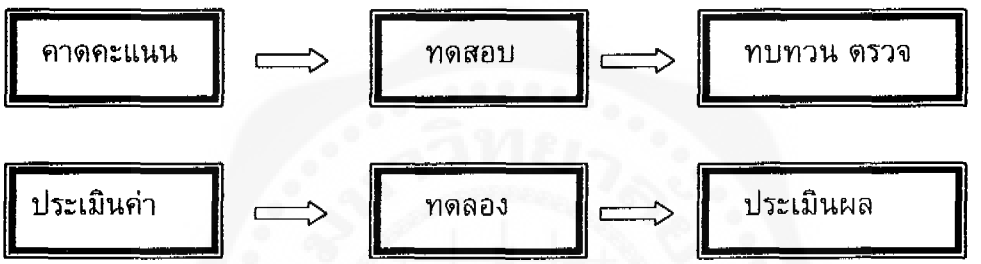
การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ครูมักจะคุ้นเคยกับเนื้อหาตามหลักสูตรซึ่ง ฟิชเชอร์ ((วินัย ดำสุวรรณ. 2538 : 14-16 ; อ้างอิงจาก. Fisher. 1992) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณออกเป็นเรื่องๆ ได้แก่ จำนวน พีชคณิต รูปทรง การวัด การจัดกระทำข้อมูล และการแก้ปัญหา

จำนวนในการเตรียมให้เด็กเกิดความคิดทางคณิตศาสตร์นักจิตวิทยาสนใจความคิดเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าการให้เด็กหาคำตอบจากการคำนวณ ดังนั้นในการคิดคำนวณจากปัญหาตัวเลข เด็กจะต้องอธิบายได้ว่า เขาคิดด้วยกระบวนการอะไร บางครั้งผู้สอนอาจให้คำตอบมาก่อนแล้วให้เด็กคิดว่า โจทย์ควรเป็นอย่างไรเช่นคำตอบเป็น 25 คำถามจะเป็นอะไรได้บ้าง หรือกำหนดจำนวน 0,2,3 มาให้จะเขียนจำนวนเต็มเป็นเลข 3 หลักได้กี่จำนวนอะไรบ้าง คำสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวน คือ คำว่า "ถ้า แล้ว" ซึ่งสามารถใช้เชื่อมโยงการคิดไปสู่ปัญหาชีวิตประจำวันได้ ในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหา เช่น ถ้าเก็บเงินวันละ 2 บาท ในเวลา 5 วัน จะมีเงิน 10 บาท แล้วการเก็บเงินวันละ 5 บาท 2 วัน จะมีเงินกี่บาท หรืออาจจะเขียนในรูปสมการ เช่น ถ้า 2 x n = 10 แล้ว n x 2 จะเป็นเท่าไร และ n จะมีค่าเท่าไร จะเห็นได้ว่าการคิดในเรื่องจำนวนนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องของพีชคณิตด้วย

พีชคณิต เป็นอีกกลุ่มเนื้อหาหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาจากการค้นหารูปแบบของจำนวนการค้นหารูปแบบเป็นการตอบสนองภายในจิตใจมนุษย์เกี่ยวกับแบบฟอร์มตามที่มีอยู่ในประสบการณ์การค้นหารูปแบบและลำดับการศึกษาและอธิบายโดยนักจิตวิทยากลุ่มเกสตอลท์ (Gestalt) ซึ่งพวกเขาถือว่าการรับรู้ (Perception) เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการรับรู้สิ่งใดๆ แนวโน้มในการจัดระเบียบหมวดหมู่มักจะอยู่ในรูปที่ดี มีความสมบูรณ์มีระเบียบกฎเกณฑ์ (regularity) มีลักษณะสมมาตร (Symmetry) ถึงแม้นในชีวิตจริงภาพนั้นจะไม่มีความหมายแต่อย่างใด (Gredler. 1992) การคิดทางคณิตศาสตร์ก็มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน คือ การค้นหารูปแบบที่มีระเบียบ สมบูรณ์ และสมมาตร สำหรับเด็กระดับประถมศึกษามีความต้องการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนให้ได้มากๆ ประสบการณ์เหล่านี้อาจเรียกได้ว่า เป็นวิจารณญาณเมื่อมีการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ตัวอย่างรูปแบบเชิงตรรกวิทยาที่กระตุ้นให้เด็กมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น การใช้ $\heartsuit$ เป็นสัญลักษณ์ ธงนี้จะบอกว่ากระทำต่อเลขสองจำนวนอย่างไร ถ้า 3 $\heartsuit$ 4 = 6 เป็นประโยคสัญลักษณ์ที่เป็นจริง เด็กจะคิดและอธิบายได้ว่า $\heartsuit$ หมายถึง การคูณกันของเลขสองจำนวนแล้วหารด้วยสอง นอกจากนี้การใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนก็มีความสำคัญในการคิดโดยทั่วไปมักจะใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนที่เป็นอนุกรมรูปทรง เป็นเรื่องของเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบของเส้น พื้นที่ผิวและที่ว่างในการเรียนรู้รูปทรงจากประสบการณ์ความคิด และการวาดบนแผ่นกระดาษ เด็กต้องการการเริ่มต้น ที่มีการฝึกทักษะการวาดและรู้จักรูปทรงแบบต่างๆ ก่อนอีกทั้งต้องการรู้คำศัพท์และความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น เส้นรอบวง มุมฉาก เส้นขนาน อีกด้วย การฝึกฝนให้เด็กเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงต้องให้พื้นฐานทางรูปทรงและทักษะการคิดไปพร้อมๆ กัน คำถามที่ใช้ได้แก่ รูปแบบที่นักเรียนพบคืออะไร อธิบายรูปลูกบาศก์ที่พบ ดังตัวอย่าง ลูกบาศก์ 1 ลูก จำนวน = 1 มีด้าน = 6 มีขอบ = 12 ในกรณีที่มีลูกบาศก์ 2 ลูก, 3 ลูก , ... นำมาเรียงต่อกัน จะใช้คำถามให้นักเรียนคิดในทำนองเดียวกันคือ มีด้าน มีขอบเท่าไร

การวัด เนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับการวัดต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของนักเรียน เพราะธรรมชาติของเด็กจะไม่สนใจสิ่งที่มีคนกล่าวว่าเป็นประโยชน์ แต่สนใจมากกว่าเมื่อสิ่งนั้นสนุกและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง เช่น เด็กสนใจจะวัดความยาวของบ้าน ตุ๊กตา ชั่งน้ำหนักของรถยนต์เด็กเล่น มากกว่าวัดความยาวของโต๊ะเรียนหรือชั่งน้ำหนักกระเป๋านักเรียน ดังนั้นการใส่ความคิดลงในกิจกรรมการวัดจึงต้องทำต่อเนื่องจากความสนใจของเด็ก ในการวัดทุกครั้ง ควรเริ่มจากให้เด็กได้ประเมินค่า (estimate) ลำดับที่สอง คือ ทดสอบการประมาณค่าแล้วจึงทบทวนตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าและประเมินค่าในสิ่งที่ต้องการวัดด้วยการปฏิบัติจริง ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการใส่ความคิดในเรื่องการวัด (Fisher. 1992 : 214)

กระบวนดังกล่าวนี้ประยุกต์มาจากระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์กระบวนการนี้เป็นเหตุผลข้อหนึ่งที่เรียกว่าวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็น "ราชินีของวิทยาศาสตร์"

การจัดกระทำข้อมูล เป็นเรื่องที่ทำด้วยสถิติและความน่าจะเป็น เนื้อหาในระดับประถมศึกษาค่อนข้างเป็นเรื่องง่ายสำหรับเด็กเพราะเด็กเติบโตมาจากสภาพแวดล้อมที่มีสื่อทางสถิติอยู่แล้วเป็นจำนวนมาก การคิดการตัดสินใจในทางสถิติของเด็กจะพัฒนาจากประสบการที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ กราฟ แผนภูมิต่างๆ

การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมอง เริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหา จบลงที่การได้คำตอบ นักคณิตศาสตร์แนะนำวิธีฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพว่าต้องดำเนินการตามกระบวนการ 5 ขั้น คือ 1) อ่านโจทย์ 2) สำรวจ 3) เลือกวิธีแก้ปัญหา 4) แก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ) 5) ตรวจสอบความถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะเน้นทางการคิดคณิตอยู่แล้ว แต่การมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณต้องเริ่มที่ตัวปัญหาและมองเป้าหมายของปัญหาอย่างชัดเจน เด็กต้องรู้จักแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีใส่ความคิดจากภาษาเป็นการเขียน

แผนภูมิ เขียนภาพแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ การเล่นเกม และปริศนาคำทายทางคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดวิจารณญาณ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นคุณลักษณะที่สำคัญ และสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ จึงได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยในรูปแบบของวิธีการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณวิธีต่างๆเปรียบเทียบกับการสอบแบบปกติ ในลักษณะตัวแปรหนึ่งของการวิจัย ผลการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวิธีการสอนแบบต่างๆสูงกว่าแบบปกติ ดังจะได้นำเสนอดังนี้

งานวิจัยในต่างประเทศ

ฮัลสเตรด (Halsted. 1999 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณญาณในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษาเป็นเด็กนักเรียนชั้นเกรด 7 จากการวิจัยครั้งนี้มีการบ่งชี้ว่านักการศึกษาอาจจะต้องเปลี่ยนระเบียบวิธีและทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนในเรื่องของวิชาวิทยาศาสตร์เพราะการวิจัยพบว่าห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนมีผลอย่างมากในการที่จะสนับสนุนให้เด็กคิดและพบอีกว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ให้เด็กได้มีโอกาสสนทนาและเปลี่ยนความคิด และการได้ทำงานด้วยกัน การได้ทดลองด้วยตนเองจริงๆ เป็นวิธีที่ให้ประโยชน์อย่างมากต่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณญาณ

ลัมพคิน (Lumpkin. 1991 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของทักษะการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นวิธีการสอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของเนื้อหาในวิชาสังคมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 5 และ 6 ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เป็นนักเรียนเกรด 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนเกรด 6 ในกลุ่มทดลองซึ่งสอนด้วยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟรอส (Frost. 1991 : 359-366) ศึกษาผลการเรียนวิชาแนะแนวและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ที่มีต่อการส่งเสริมความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาหญิงในระดับวิทยาลัยในอเมริกา ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาค้นคว้าเองโดยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ในด้านการอนุมาน และการกำหนดข้อสันนิษฐาน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องพบอาจารย์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการทดลอง

ริเลย์ (Riley. 1992 : 740) ศึกษาผลของประเภทคำถามของครูที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมเกรด 12 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการใช้คำถามระดับสูงมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้คำถามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฟอร์เรลล์ (Ferrell. 1992 : 3223-A) ศึกษาผลของคำถามของครูและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำถามประเภทการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครู และปริมาณคำตอบประเภทการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำตอบของครูกับนักเรียนกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูใช้คำถามหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกกระหว่างปริมาณคำถามประเภทการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครู และปริมาณคำตอบประเภทการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและปริมาณคำถามคำตอบระหว่างครูกับนักเรียนกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

ชาลิณี เอี่ยมศรี (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการคิดวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบสอบ การคิดวิจารณญาณที่สร้าง 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. คะแนนของแบบทดสอบการคิดวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.584 ค่าความเบ้เท่ากับ -.015 และค่าความโด่งเท่ากับ -.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 ได้จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบ

เพียร์สัน ระหว่างคะแนนแบบสอบการคิดวิจารณญาณกับคะแนนแบบสอบโปรเกรสซีสฉบับมาตรฐาน เท่ากับ .4022 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์กับคะแนนแบบสอบไม่เข้าพวก ภาพ/ข เท่ากับ .3611 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความสัมพันธ์กับคะแนน แบบสอบถามการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .4564 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมัด อาบสุวรรณ์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณ ด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล การดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจ

2. การทดลองใช้โปรแกรม ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนบ้านซับใหม่ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 31 คน

3. การปรับปรุงโปรแกรมข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

ผลการทดลองใช้โปรแกรมพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าเกณฑ์การประเมินหลังเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมบางส่วน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในโปรแกรมอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง และบางส่วนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในโปรแกรม อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องได้เป็นโปรแกรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณสำหรับนักศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดวิจารณญาณของนักศึกษาครู รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ในวิทยาลัยครูเชียงราย จำนวน 42 คน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 21 คน คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจารณญาณโดยใช้ รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจารณญาณโดยใช้วิธีการสอนตามปกติ แต่ละกลุ่มจะได้รับการฝึก 10 ครั้ง ครั้งละ ประมาณ 2 ชั่วโมง ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากทั้งสองกลุ่ม

แบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยใช้แบบทดสอบการคิดวิจารณญาณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้แก่ การทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามผล แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 ระยะของทั้งกลุ่มมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. นักศึกษาทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณญาณสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณญาณภายหลังการทดลองกับระยะติดตามผล ของนักศึกษากลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

วินัย ดำสุวรรณ (2538 : 61) ได้ผลการศึกษาผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณญาณ และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณแบบทดสอบการคิดวิจารณญาณ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่าคะแนนความคิดวิจารณญาณเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระยะที่ให้การเสริมแรง และค่าเฉลี่ยของคะแนนจะลดลงเล็กน้อย เมื่อลดการเสริมแรงแต่ก็คงยังสูงกว่าระยะพื้นฐาน คะแนนการคิดวิจารณญาณหลังการฝึกของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่การทดลองทั้งสองวิธีให้ผลไม่ต่างกัน ผลการฝึกทักษะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ต่ำ คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการฝึก และระยะติดตามผลสูงกว่าก่อนการฝึก แต่คะแนนหลังการฝึกกับระยะติดตามผลไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ทวีพร ดิษฐาคำเริง (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์สำคัญของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า หลังทำชุดฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการคิดวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการทำชุดฝึกอย่างมีนัยสัคัญทางสถิติที่ระดับ.01 หลังทำชุดฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณ นักเรียนหญิงและนักเรียนชาย มีทักษะการคิดวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน และนักเรียนมีความคิดเห็นในทางที่ดีต่อการทำชุดฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณ

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540 : 129) ได้ศึกษา รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ทดลองใช้รูปแบบการพัฒนามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการพัฒนาการคิดโปรแกรมเฉพาะที่ทดลองใช้ครั้งนี้ มีนิยามขอบเขตการคิดและกระบวนการคิดที่ชัดเจน มีเครื่องมือ และการประเมินผลที่เป็นระบบ พร้อมทั้งมีขั้นตอนในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการคิดอย่างมี

วิจารณญาณ และฝึกทักษะการคิดพื้นฐานที่จำเป็นของการคิดในแต่ละขั้นตอนตลอดจนมีการฝึกกระบวนการคิดอย่างต่อเนื่องและเพียงพอดังผลการตรวจสอบประสิทธิภาพกับเกณฑ์พบว่า รูปแบบการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีประสิทธิภาพเพียงพอในการนำไปพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

วรรณา บุญเฉิม (2541 : 57) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลทั้ง 5 ฉบับ คือ แบบทดสอบการจำแนกประเภท แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบอนุกรมภาพ แบบทดสอบสรุปความ และแบบทดสอบวิเคราะห์ตัวร่วมกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่วิเคราะห์จากนักเรียนทั้งหมด นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรพา จันทะเวียง (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและผลผลิตที่ใช้วิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น ในการทดลองสุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีคิดแบบอเนกนัยด้านภาษาและผลผลิต กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีคิดแบบเอกนัยด้านภาษาและผลผลิต กลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีคิดแบบประเมินค่าด้านภาษาและผลผลิต ผลการวิจัยพบว่า นักเขียนแต่ละกลุ่มที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีการคิดแบบอเนกนัย เอกนัยและประเมินค่า ด้านภาษาและผลผลิต มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนทุกกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษา และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันกับระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากเอกสารและงานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ และทักษะการคิดที่ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งการคิดนั้นสามารถพัฒนาได้หากได้รับการกระตุ้นส่งเสริมอย่างถูกต้องเหมาะสมและต่อเนื่อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกระตุ้นส่งเสริมเด็กระดับประถม โดยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้เด็กได้มีโอกาสสำรวจค้นคว้า ทดลอง และลงมือกระทำด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ อันจะส่งผลให้เด็กสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณรวมทั้งการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่สามารถสอนหรือพัฒนาได้เช่นเดียวกับทักษะอื่นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมั่นใจที่จะทำการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบโครงงาน

3.1 ความหมายของโครงงาน

โครงงาน (Project Approch) มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ ดังนี้

เบอร์แมน (Berman. 1997: 1-2) กล่าวถึงความหมายโครงงาน หมายถึง การเรียนรู้โดยการเน้นลงมือปฏิบัติ ส่งผลต่อการเรียนรู้จริงตลอดชีวิต ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีเรียน กลายเป็นนักรวบรวมและจัดการกับข้อมูล ความสามารถในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในการคิดวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก่อให้เกิดความท้าทายในการเรียนรู้

แคทซ์ และชาร์ด (Katz & Chard. 1994 : 15-16) กล่าวว่า การสอนโครงงาน หมายถึง การศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้งในหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ โดยครูร่วมพิจารณาว่ามีคุณค่าในการเรียนรู้ โครงงานมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสติปัญญา ความสามารถในวิชาการต่างๆ ทักษะทางสังคม เน้นกระบวนการทำงานร่วมกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1-2) ให้ความหมายของโครงงานหมายถึง การศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ ความถนัดของผู้เรียนภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ผลงานซึ่งมีความสมบูรณ์ โดยผู้เรียนเป็นผู้วางแผนการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ครูเป็นเพียงที่ปรึกษาเท่านั้น

ยุทธ ไกยวรรณ์ (2540 : 14) ให้ความหมายโครงงานที่สอดคล้องกันว่า หมายถึง กิจกรรมที่เน้นกระบวนการโดยนักเรียนเป็นผู้คิด ค้นคว้า วางแผน และลงมือปฏิบัติเพื่อให้โครงงานสำเร็จภายใต้คำแนะนำ การกระตุ้นความคิด กระตุ้นการทำงานจากครูหรือผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอนวิชาโครงงานจะต้องอำนวยความสะดวกในการทำงาน ชี้แนะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานตลอดทั้งติดตามวัดผลและประเมินการปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน

ธีรชัย ปูรณโชติ (2531 ก : 1) ให้ความหมายโครงงานว่า หมายถึง การศึกษาที่เน้นกิจกรรมโดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู ผู้เชี่ยวชาญ

สัดดา ภู่เกียรติ (2544 : 27) กล่าวถึงโครงงานว่า หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนที่อยากศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งที่สงสัยและอยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้มากขึ้นกว่าเดิมโดยใช้ทักษะกระบวนการและปัญญาหลายๆ ด้าน มีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนต่อเนื่อง

มีการวางแผนการศึกษาอย่างละเอียดแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ จนได้ข้อสรุปผลการศึกษาหรือคำตอบในเรื่องนั้นๆ

เยาวพา เดชะคุปต์ (2544 : 9) ได้กล่าวถึงโครงงานที่สามารถสรุปได้ว่า หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนจัดทำขึ้นอย่างมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่างๆ ที่ตนสนใจตามระดับความสามารถของเด็ก การจัดทำโครงงานไม่ใช่การจัดทำรายงาน แต่เป็นการศึกษาถึงสิ่งที่สนใจโดยมีการวางแผน และอาศัยการทำกิจกรรมหลายๆ อย่าง

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธ์ (2544 : 81) ได้ให้ความหมายโครงงาน หมายถึง การสืบค้นอย่างลุ่มลึกในหัวข้อของการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียนรายบุคคล กลุ่มเล็ก หรือกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ลักษณะสำคัญของโครงงาน คือ การเน้นไปที่การหาคำตอบให้แก่คำถามหรือสิ่งที่อยากทราบตามหัวข้อของโครงงาน การแสวงหาคำตอบอาจทำโดยนักเรียนหรือครูร่วมกับนักเรียนก็ได้ถือว่าเป็นการปรึกษาหารือร่วมกันโดยยึดผู้เรียนเป็นหลัก

สนอง อินละคร (2544 : 218) ได้ให้ความหมายโครงงานหรือโครงการ (project) คือ งานที่ผู้เรียนจะต้องทำเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำผลงานออกมาในรูปแบบต่างๆ ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือตามความสนใจโดยโครงงานนั้นจะต้องทำด้วยตนเอง

สมศักดิ์ พวงแสน และสินี ศิวาธรณิศร (2544 : 23) ได้ให้ความหมายโครงงานเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบหนึ่ง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ศึกษาค้นคว้า สิ่งหนึ่ง สิ่งใด หรือหลายสิ่งเขาสนใจ ใครอยากรู้คำตอบที่แน่ชัด

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2533 : 14) ได้ให้ความหมายโครงงาน เป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการโดยนักเรียนเป็นผู้คิดค้น วางแผน และลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางเอาไว้อาศัยเครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ ในการปฏิบัติเพื่อให้โครงงานสำเร็จภายใต้คำแนะนำการกระตุ้นความคิด กระตุ้นการทำงานจากครูหรือผู้เชี่ยวชาญ

กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 5) ได้ให้ความหมายว่า โครงงานเป็นการทำกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู ตั้งแต่การคิดสร้างโครงงาน การวางแผนดำเนินการ การออกแบบลงมือปฏิบัติรวมทั้งร่วมกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผล

จิราภรณ์ ศิริทวี (2542 : 34) กล่าวว่า โครงงานเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักทำโครงการวิจัยเล็กๆ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และผลผลิตที่มีคุณภาพระเบียบวิธีดำเนินการเป็นระเบียบ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์หลักของการสอนแบบโครงงานต้องกระตุ้นนักเรียนรู้จักสังเกต รู้จักการตั้งคำถาม รู้จักการตั้งสมมติฐาน รู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามที่ตนอยากรู้ รู้จักสรุปและทำความเข้าใจสิ่งที่ค้นพบ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542 : 18) กล่าวว่า โครงงานเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น ในหัวข้อที่กำลังเรียน การศึกษาค้นคว้านี้

อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีม ลักษณะสำคัญของโครงงาน คือ การศึกษาที่มุ่งเพื่อหาคำตอบให้กับข้อสงสัยในเรื่องนั้นๆ ที่ผู้เรียนหรือกลุ่มเพื่อนตั้งข้อสงสัยขึ้นว่า

อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง และคณะ (2543 : 17) กล่าวว่าโครงงาน หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นใดไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ โดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้นแนะนำ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าโครงงานหมายถึง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ค้นคว้าสิ่งที่อยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้ง หาข้อมูลตามความถนัดและความสนใจเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ของตนเอง โดยการวางแผน ออกแบบและลงมือปฏิบัติสร้างผลงานอย่างมีกระบวนการลำดับขั้นตอน มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำงาน มีทักษะกระบวนการในการทำงานและเจตคติที่ดีต่อการทำงานด้านอื่นๆ และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจนสามารถบรรลุเป้าประสงค์ที่ตั้งเอาไว้

3.2 หลักการของการสอนแบบโครงงาน

ลัดดา ภู่เกียรติ (2544 : 291-331) ได้เสนอทักษะกระบวนการที่จำเป็นในการทำโครงงาน ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

1.2 ทักษะการลงความเห็นของข้อมูล (Inferring)

1.3 ทักษะการจำแนก (Classifying)

1.4 ทักษะการวัด (Measuring)

1.5 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Number)

1.6 ทักษะการพยากรณ์ (Predicing)

1.7 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space / Time Relationship)

1.8 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นสูง (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable)

2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothes)

2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

2.5 ทักษะการตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Date and Making Conclusion)

3. ทักษะกระบวนการคิด (Thinking Skill) ทักษะการคิดที่ควรส่งเสริมจากแนวคิดของ เดอ โบโน (DeBono. 1973) ได้พัฒนากระบวนการคิดแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน กล่าวคือ กำหนดเป้าหมายของการคิด รวบรวมข้อมูล สร้างทางเลือกที่หลากหลายมีความเป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติตามทางเลือกที่เลือกไว้ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแร้นซ์ (Torrance. 1962) ซึ่งประกอบด้วยความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดริเริ่มในการคิด (Originally) ซึ่งบทบาทของครูควรส่งเสริมความสามารถในการคิดให้แก่นักเรียนเป็นสำคัญ

4. ทักษะการทำงานกลุ่ม การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ในการทำงานกลุ่มในแต่ละบทบาทเป็นอย่างดี ทักษะที่ควรส่งเสริมในด้านต่อไปนี้

4.1 บทบาทผู้นำ

4.2 บทบาทสมาชิกในกลุ่ม

4.3 กระบวนการทำงานในกลุ่ม

ธีรชัย ปูรณโชติ (2531 : 2-3) เสนอหลักการที่สำคัญของการทำกิจกรรมโครงงานดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนริเริ่มวางแผนและดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา

2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลหรือทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. การทำกิจกรรมโครงงานมุ่งฝึกให้ผู้เรียนรู้วิธีการค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิใช่การแสวงหารางวัล

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงาน ผู้เรียนจะต้องมีความชำนาญในการทำงานขั้นพื้นฐาน และเป็นระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางสติปัญญากระบวนการคิดทั้งขั้นพื้นฐานและการคิดในขั้นสูงการทำโครงงานเป็นการส่งเสริมการทำงานร่วมกันได้อีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งกรมวิชาการกองวิจัยทางการศึกษา (2542 : 15) กล่าวว่าการรวมกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง เพื่อรวบรวมแนวความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้หลายแง่หลายมุม

3.3 ประเภทของโครงงาน

เบอร์แมน (Berman. 1997 : 1-6) ได้จัดประเภทของโครงงานตามคุณลักษณะออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

1. โครงงานกำหนดรูปแบบ เป็นโครงงานที่สร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่คำสั่งเจาะจงผู้เรียนจะต้องทำชิ้นงานให้ได้ขนาด สัดส่วน วัสดุตามที่กำหนดหรือสามารถใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ภายในเวลาที่กำหนดหากสามารถทำได้ตามมาตรฐานถือว่าโครงงานประสบความสำเร็จ เช่น โครงงานสร้างสะพาน ผู้เรียนต้องสร้างสะพานโดยต้องยาวและสูงเท่ากัน สามารถรับน้ำหนักตามระยะเวลาที่กำหนดได้ โครงงานวิทยาศาสตร์โอลิมปิกหลายโครงงานกำหนดรูปแบบนี้

2. โครงงานเชิงหัวข้อ เป็นโครงงานที่เสริมประสบการณ์จากหน่วยความรู้อื่น โดยผู้เรียนอาจเลือกหัวข้อจากครูกำหนด หรือผู้เรียนคิดหัวข้อเอง ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล เช่น โครงงานเรื่องวัดในอดีตสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ เป็นต้น

3. โครงงานเชิงประพันธ์ เป็นโครงงานที่เจาะจงรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีองค์ประกอบสำคัญและข้อกำหนดมาตรฐานอยู่แล้ว เช่น การเขียนหนังสือเด็ก ทำชีวประวัติ ทำกระดานเกมโดยวิเคราะห์หลักการเดิมแต่ได้ชิ้นงานใหม่ที่มีเนื้อหาแตกต่างออกไป เป็นต้น

4. โครงงานตามแบบอย่าง เป็นโครงงานที่สร้างตามแบบอย่างที่สำเร็จอยู่แล้ว รูปแบบเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น ทำหนังสือพิมพ์โรงเรียน แต่ผู้เรียนสามารถสร้างความแปลกใหม่ได้ เป็นต้น

5. โครงงานแบบเปิดกว้าง เป็นโครงงานที่ส่งเสริมความกล้าลองกล้าสร้างสรรค์ในสิ่งที่แปลกใหม่ โดยผู้เรียนสามารถทำโครงงานตามคำแนะนำตามเกณฑ์หรือคำแนะนำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โครงงานแบบเปิดกว้างนี้ ชิ้นงานไม่จำกัดในสิ่งที่เป็นไปได้ เป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนกลุ่มเล็กๆ เช่นโครงงานทำบ้านจากเครื่องครัว ประดิษฐ์เข็มสำหรับคนอายุ 85 ไม่ต้องใส่แว่นตา เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 7-17) และธีรชัย ปูรณโชติ (2531 : 5-9) ได้แบ่งประเภทของโครงงานออกเป็น 4 ประเภทที่สอดคล้องกัน คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Survey Research Project) โครงงานประเภทนี้เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ นำมาจัดจำแนกออกเป็นหมวดหมู่แล้วนำมาเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การศึกษาการดำรงชีวิตของนกเป็ดน้ำ การศึกษาวงจรชีวิตของไหมที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ การศึกษาสมุนไพรในการรักษาโรค การศึกษาความต้องการใช้โรงอาหารในการรับประทานอาหาร เป็นต้น การดำเนินการโครงงานประเภทสำรวจควรดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการดำเนินโครงงานประเภทสำรวจข้อมูล

1,1 ขั้นกำหนดปัญหา/อยากรู้ การกำหนดปัญหา เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวแต่เราไม่สามารถหาคำตอบได้ ฉะนั้นขั้นกำหนดปัญหาผู้เรียนโครงงานจะสังเกตสิ่งแวดล้อมรอบตัวถ้าพบว่ามี

เรื่องราว หรือปัญหาอะไรให้ติดตาม นั่นก็เท่ากับว่าผู้เรียนวิชาโครงงานได้หัวข้อปัญหาในการทำโครงงานต่อไป

1.2 ขั้นสมมติฐาน สมมติฐาน เป็นการเดาคำตอบของปัญหาที่ผู้ทำโครงงานเรื่องนั้นๆ เดาคำตอบว่าน่าจะเป็นอย่างนี้ ก่อนที่จะมีการทำกิจกรรมหรือปฏิบัติโครงงาน การตอบหรือการเดาคำตอบก่อนหน้านี้เรียกว่าสมมติฐาน (Hypothesis) ซึ่งหากมีการศึกษาหรือทำกิจกรรมโครงงานเกี่ยวกับเรื่องนี้แล้วคำตอบที่ผู้ทำเดาคำตอบไว้ก่อนอาจจะไม่ถูกต้องก็ได้

1.3 การรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูล ว่าจะได้ข้อมูลอย่างไร เช่น การใช้คำถามอย่างไรจะถามใคร หรือสัมภาษณ์จะสัมภาษณ์ใคร ถ้าสังเกตจะสังเกตอย่างไร เวลาในการสังเกตคือเวลาใด ในทางปฏิบัติแล้วผู้ทำโครงงานก็อาจจะปรึกษากับครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษา ที่มีความรู้ทางด้านโครงงานก็จะทำให้ได้ข้อมูลถูกต้อง

1.4 ขั้นวิเคราะห์ ในขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลที่เก็บได้มาจัดเรียบเรียงเป็นระบบตามจริงที่เก็บข้อมูลมาได้ การวิเคราะห์อาจจะออกมาเป็นคำอธิบาย ตัวเลข หรือค่าสถิติ เช่น เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย เป็นต้น หรืออาจนำเสนอเป็นแผนภูมิหรือตารางเพื่อทำให้ผู้อ่านเข้าใจรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

1.5 ขั้นสรุปอภิปราย เป็นขั้นสุดท้ายของการนำเสนอด้วยการสรุปย่อ (Summary) หลังจากกล่าวถึงข้อความที่เป็นปัญหา และอธิบายถึงวิธีการทำโครงงานย่อๆ แล้วก็จะต้องกล่าวถึงข้อเท็จจริงที่ค้นพบและข้อสรุปต่างๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมมา

2. โครงงานประเภททดลอง (Experimental Research Project) เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบที่ต้องการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงงานประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง ซึ่งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองโดยการจัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตามมีการแปรผลและสรุปผลตัวอย่างโครงงานประเภททดลอง เช่น การเจริญเติบโตของพืชโดยใช้ไฟนีออน การศึกษาอุณหภูมิของน้ำที่ได้รับแสงสีต่างๆ การศึกษาการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี ฯลฯ

3. โครงงานประเภทการพัฒนาหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Development Research Project or Intervention Project) เป็นการพัฒนหรือประดิษฐ์เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามประสงค์โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน หรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วมาใช้งานให้ดีกว่าเดิม รวมทั้งการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาผลงานของโครงงานประเภทสร้างสิ่งประดิษฐ์ ส่วนใหญ่ออกมาในรูปผลิตภัณฑ์ เช่น โครงงานทำเตาอบแสงอาทิตย์ โครงงานประกอบหุ่นยนต์ โครงงานทำของเล่นจากวัสดุในท้องถิ่น ฯลฯ

4. โครงงานประเภทการสร้างหรือการอธิบายทฤษฎี (Theretical Research Project) เป็นโครงงานที่แสดงความคิดแปลกใหม่ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือหากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจนำเสนอในรูปการอธิบายสูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลทฤษฎีอื่นสนับสนุนการทำโครงงานประเภทนี้ จะต้องศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก จึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้ เช่น โครงงานการกำเนิดของแผ่นดินไหวในประเทศไทย ทฤษฎีจำนวนและตัวเลข ฯลฯ

สมวงษ์ แปลงประสพ และคณะ (2544 : 5) แบ่งโครงงานทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. งานศึกษาค้นคว้า เช่น นักเรียนอาจสนใจว่า + , -, x, ÷, ¶ มีความเป็นมาอย่างไร มีสัญลักษณ์อื่นอีกหรือไม่ ที่แทนความหมายเดียวกัน หรืออาจสนใจประวัติความเป็นมาของหน่วยการวัด ประวัติความเป็นมาของคณิตศาสตร์แขนงต่าง ๆ

2. งานสร้างทฤษฎีหรือสูตรใหม่ ๆ เป็นงานที่นักเรียนต้องใช้วิธีสังเกตรูปแบบ อาจมีการทดลองเพื่อสร้างสมมติฐานหรือคาดเดา จากนั้นจึงตรวจสอบโดยวิธีพิสูจน์ สิ่งที่พิสูจน์ได้จะถูกยอมรับว่าเป็นทฤษฎีบท ข้อสรุปที่ได้จะต้องเป็นที่ยอมรับ

3. งานประยุกต์ความรู้ไปใช้ เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ งานประเภทสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ขั้นตอนการสอนโครงงาน

บูธ (Booth. 1987 : 46-49) กล่าวถึงวิธีการจัดกิจกรรมโครงงานในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ว่าการสอนแบบโครงงานมี 2 ลักษณะ คือ โครงงานเต็มรูปแบบ (Full scale project) กับโครงงานเชื่อมโยงกิจกรรมสร้างแรงจูงใจ (Bridging or motivating) ซึ่งทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ กิจกรรมสร้างแรงจูงใจหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโครงงานย่อยเป็นกิจกรรมในห้องเรียนเท่านั้น ส่วนโครงงานสมบูรณ์มีการขยายออกนอกห้องเรียนด้วย โครงการสมบูรณ์แบบมีขั้นตอนอยู่ 3 ขั้นตอน

1. การวางแผนในชั้นเรียน (Classroom planning) เด็กและครูอภิปรายถึงหัวข้อเรื่องและขอบเขตของโครงงาน

2. ดำเนินกิจกรรมโครงงาน (Carry out the project) เด็กจะออกนอกห้องเรียนไปดำเนินการตามแผนที่วางเอาไว้

3. ขั้นทบทวน (Reviewing and Monitoring the work) เป็นการอภิปราย และให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากเสร็จสิ้นโครงงาน ครูแนะนำให้ข้อคิดเห็น เด็กวิเคราะห์ผลงาน และกระบวนการทำงาน

แต่ในการทำโครงงานเต็มรูปแบบบางทีก็ตอบสนองความต้องการกระตือรือร้นของเด็กไม่ทัน ดังนั้น ลักษณะนี้ถูกออกแบบสำหรับผู้เริ่มต้นใช้โครงงานในการจัดกิจกรรมใหม่ๆ เวลาที่ใช้ในการทำโครงงานไม่จำกัดตายตัวขึ้นอยู่กับเวลาที่มีอยู่ และธรรมชาติของโครงงานบางทีโครงงานก็ใช้เวลา 3 ชั่วโมงหรือใช้เวลา 12 สัปดาห์ แต่จะสั้นยาวอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการและวัตถุประสงค์ที่จัดขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 17-38) ได้เสนอขั้นตอนการทำโครงงาน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องดำเนินการต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอนตั้งแต่เริ่มถึงขั้นสุดท้าย ดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน
4. การลงมือทำโครงงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน

ขั้นที่สำคัญที่สุดของทำโครงงาน คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงานที่นักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง โดยทั่วไปหัวข้อเรื่องของโครงงานมักจะได้มาจากปัญหา คำถามหรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของนักเรียนเองหัวเรื่องของโครงงาน ควรเฉพาะเจาะจงและชัดเจน บ่งชี้ว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่ หรือมีแนวการศึกษาทดลองที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วย

นอกจากนั้นหากคำนึงถึงเรื่องที่ก่อให้เกิดประโยชน์ด้วย ก็จะทำให้โครงงานนั้นมีคุณค่าน่าสนใจน่าศึกษายิ่งขึ้น

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

รวมถึงการปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้รู้และการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องช่วยให้นักเรียนได้แนวคิดที่จะกำหนดขอบข่ายที่ศึกษาเฉพาะเจาะจงมากขึ้น จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงงานนั้นได้อย่างเหมาะสม อาจารย์ที่ปรึกษาไม่ควรอนุญาตให้นักเรียนลงมือทำโครงงานโดยไม่ได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องเหล่านั้น จากเอกสารที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอเสียก่อนการเขียนเค้าโครงของโครงงาน

3. การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน

เค้าโครงของโครงงานโดยทั่วๆ ไป จะเขียนเพื่อแสดงแนวคิด แผนงานและขั้นตอนของการทำโครงงานนั้น ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ชื่อโครงงาน

3.2 ชื่อผู้ทำโครงงาน

3.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน

3.4 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน อธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงงานนี้ มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นได้เคยค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้าจะมีได้ผลเป็นอย่างไร การขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่ผู้อื่นทำไว้บ้างอย่างไร หรือทำซ้ำเพื่อตรวจสอบ

3.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

3.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

3.7 วิธีดำเนินงาน

3.7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำเอง อะไรบ้างที่ขอยืมได้

3.7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า อธิบายว่าจะออกแบบทดลองอะไร อย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไรอย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไร เก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง

3.8 แผนปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

3.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.10 เอกสารอ้างอิง

4. การลงมือทำโครงงาน

เมื่อเค้าโครงย่อของโครงงานได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและเสมือนว่างานของผู้เรียนสำเร็จไปแล้วมากกว่าครึ่งหนึ่ง ต่อไปก็เป็นขั้นลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในโครงงานย่อที่เสนออาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

4.1 เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมก่อนลงมือทดลอง

4.2 มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าได้ทำอะไรไปบ้าง ได้ผลอย่างไร มีปัญหาและข้อคิดอย่างไร

4.3 ปฏิบัติการทดลองด้วยความละเอียดรอบคอบ และบันทึกข้อมูลไว้เป็นระเบียบและครบถ้วน

4.4 คำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน

4.5 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน อธิบายความสำคัญของโครงงาน เหตุผลที่เลือกทำโครงงานนี้และหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเรื่องที่จะทำเป็นเรื่องใหม่ หรือ

มีผู้อื่นเคยศึกษาไว้บ้างแล้ว ถ้าได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติม หรือปรับปรุงจากเรื่องที่ผู้อื่นได้ทำไว้อย่างไรบ้างหรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

4.6 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

4.7 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

4.8 วิธีการดำเนินการ อาจแยกเป็น 2 ข้อย่อยคือ

4.8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

4.8.2 วิธีดำเนินการทดลอง อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

4.9 ผลการศึกษาค้นคว้า การนำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ได้ด้วย

4.10 สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงงานถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุด้วยว่าข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือยัง นอกจากนี้ควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์อุปสรรคของการทำโครงงานหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงงานนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข หากมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

4.11 คำขอบคุณส่วนใหญ่การทำโครงงานมักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือ จึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จด้วย

4.12 เอกสารอ้างอิง อ้างถึงหนังสือและ/หรือเอกสารต่างๆ ที่ผู้ทำโครงงานใช้ทำการค้นคว้าศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงงาน

5. การแสดงผลงาน

การแสดงผลงานจัดได้ว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงงาน เรียกได้ว่าเป็นงานขั้นสุดท้าย เป็นการแสดงผลิตผลของงานความคิดและความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงงานได้ทุ่มเทลงไปและเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจถึงผลงานนั้น มีผู้กล่าวว่าการวางแผนออกแบบเพื่อจะแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่าๆ กับการทำโครงงาน ผลงานที่จัดขึ้นจะดียอดเพียงไร แต่ถ้าการจัดแสดงผลงานทำได้ไม่ดีก็เท่ากับไม่ได้แสดงความดียอดเยี่ยมของผลงานนั้นนั่นเอง

การออกแบบและวางแผนเพื่อนำผลงานมาแสดงดูเสมือนว่าจะทำได้ง่าย แต่ความจริงไม่เป็นเช่นนั้น การวางแผนดังกล่าว ต้องอาศัยเวลาพอสมควรต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการที่สำคัญที่สุดคือ ต้องคำนึงถึงผู้ชมและผู้ฟัง การแสดงผลงานอาจทำได้ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น แสดงในรูปนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มีการอธิบายประกอบ หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่าไม่มีการแสดงผลงาน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบได้ ควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

5.1 ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อที่ปรึกษา

5.2 คำอธิบายย่อๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงงานและความสำคัญของโครงงาน

5.3 วิธีดำเนินการโดยเฉพาะขั้นตอนที่เด่นและสำคัญ

5.4 การสาธิต หรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง

5.5 ผลการสังเกตและข้อมูลเด่นๆ ที่ได้จากการทำโครงงาน

เบอร์แมน (1997 : 7-9) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาโครงงานในรูปแบบบันไดปัญญาสามขั้นที่สอดคล้องกัน ดังต่อไปนี้

บันไดปัญญาขั้นที่หนึ่ง : กิจกรรมการรวบรวมข้อมูล

ผู้เรียนเลือกโครงงานที่จะทำเองหรือครูเป็นผู้เลือกให้ อภิปรายแนวการทำงานกำหนดเวลาในการเริ่มค้นคว้า สัมภาษณ์ และรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น การอ่าน ค้นคว้า สัมภาษณ์ ฯลฯ ต้องใส่ใจกับการเก็บรวบความข้อมูล เมื่อรู้ว่าความสำเร็จที่จะตามมานั้นเกิดขึ้นมาจากการทำงานพื้นฐานตั้งแต่ขั้นแรก หากข้อมูลมีเพียงพอแล้วก็จะเลื่อนไปทำขั้นที่สอง

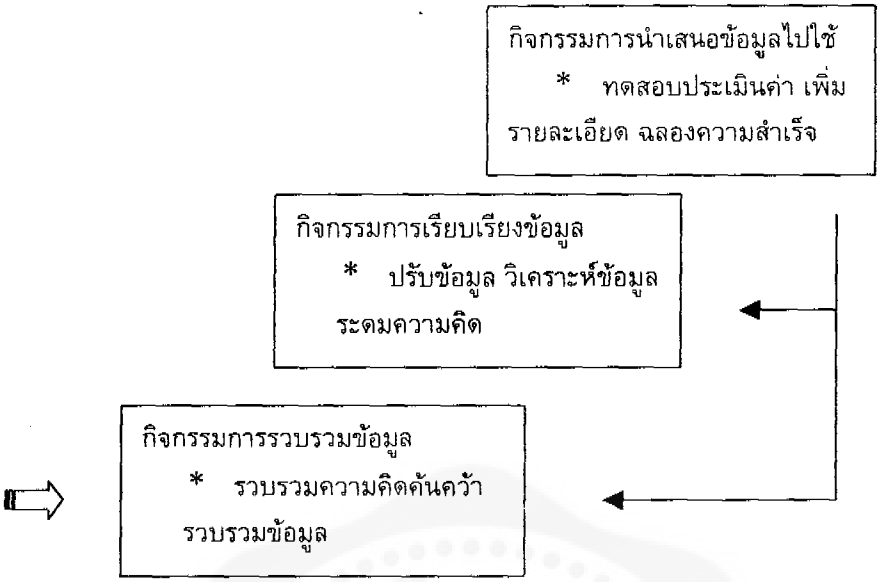
บันไดปัญญาขั้นที่สอง : กิจกรรมการเรียบเรียงข้อมูล

เป็นการเจาะลึกลงไปในข้อมูลของตนแล้ว พยายามวิเคราะห์ข้อมูลมีการระดมความคิดให้ตรงกันแล้วนำข้อมูลมาประกอบกันสร้างแนวคิดใหม่สู่การทำชิ้นงานจริง หาเป้าหมาย ทำแผนผังข้อมูล ร่างความคิด มองภาพรวม หาวัสดุอุปกรณ์ การเรียบเรียงความคิดใหม่อีกครั้งนี้จะช่วยให้มีความพยายามและสร้างสรรค์มากขึ้น ระหว่างนี้ผู้เรียนจะวิ่งไปมาระหว่างขั้น บางครั้งอาจกลับไปขั้นที่หนึ่งเพื่อรวบรวมข้อมูลใหม่ และอาจข้ามไปขั้นที่สาม เพื่อเริ่มทำชิ้นงานจริง (บางกลุ่มอาจทำงานไปได้เอง หรืออาจต้องการคำแนะนำจากครูบ้าง)

บันไดปัญญาขั้นที่สาม : การนำข้อมูลไปใช้

เมื่อผู้เรียนเริ่มได้ชิ้นงานเป็นรูปเป็นร่างขึ้นจะรู้สึกว่าใกล้เสร็จแล้ว และอยากที่จะให้ได้ผลงานเสร็จสมบูรณ์เร็วๆ ผู้เรียนจะประเมินชิ้นงานของตนเองอย่างสม่ำเสมอ เพื่อดูว่าต้องปรับปรุงแก้ไขประดิษฐ์ใหม่ สร้างใหม่ หรือพัฒนาอะไรเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีที่สุดและโครงงานเสร็จสมบูรณ์เท่าที่ทำได้

การพัฒนาโครงงานเป็นรูปแบบที่คล้ายกัน ทั้งการเริ่มต้น การรวบรวม เรียบเรียง และสร้างชิ้นงานสามารถแบ่งการพัฒนาโครงงานในรูปแบบบันไดปัญญาสามขั้น กล่าวคือ ผู้เรียนทำโครงงาน บันไดปัญญาทั้ง 3 ขั้นมักจะไม่เรียงกัน ผู้เรียนจะสลับกันไปมาระหว่างขั้นตอนต่างๆ ทั้งการรวบรวมข้อมูลนำไปใช้และต้องใช้ความคิดเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงนั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทั้ง 3 ระดับ จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ อย่างระมัดระวัง วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำมารวมเข้าด้วยกันเป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์ ก่อนมีการนำเสนอ สามารถสรุปขั้นตอนการทำโครงงาน ดังแผนภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนภาพสรุปแนวคิดบันไดปัญญาสามขั้น

แคทร์และชาร์ด (พัชรี ผลโยธิน. 2542 : 82-84 ; อ้างอิงจาก Katz & Chard. 1995) ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมโครงงานออกเป็น 3 ระยะ สรุปได้ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ทบทวนความรู้และความสนใจของเด็ก

เด็กและครูจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการอภิปรายเพื่อเลือกและสำหรับหัวเรื่องที่จะทำการสืบค้น หัวเรื่องอาจเสนอโดยเด็ก ครูโดยให้หลักการในการเลือกหัวข้อดังต่อไปนี้

1) เลือกหัวเรื่องโครงงานที่เกี่ยวกับประสบการณ์ที่เด็กอยู่ทุกวัน โดยอย่างน้อยเด็กประมาณ 2-3 คน ควรจะคุ้นเคยกับหัวข้อ และจะช่วยในการตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับหัวข้อโครงงานได้

2) ทักษะพื้นฐานทางการเรียนรู้ ควรบูรณาการอยู่ในหัวเรื่องที่ทำโครงงาน รวมทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และภาษา

ระยะที่ 2 ให้โอกาสเด็กได้ค้นคว้าและได้ประสบการณ์ใหม่

ในระยะนี้เป็นงานภาคสนาม ประกอบด้วยการสืบค้นตามแหล่งข้อมูลต่างๆ ระยะนี้ถือเป็นหัวใจของการสอนโครงงาน ครูเป็นผู้จัดเตรียมแหล่งข้อมูลให้เด็กได้สืบค้นทั้งของจริง หนังสือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ หรือแม้แต่การศึกษานอกสถานที่ การนัดหมายผู้เชี่ยวชาญวิทยากรท้องถิ่นเพื่อให้เด็กได้ทำการสืบค้นสังเกตอย่างใกล้ชิดและบันทึกสิ่งที่พบเห็น มีการอภิปราย เล่นบทบาทสมมติเพื่อแสดงความเข้าใจในความรู้ใหม่ที่ได้

ระยะที่ 3 ประเมินสะท้อนกลับและแลกเปลี่ยนโครงงาน

เป็นระยะสรุปเหตุการณ์ รวมถึงการเตรียมการเสนอรายงานในรูปแบบของการจัดแสดง การค้นพบและจัดทำสิ่งต่างๆ สนทนา เล่นบทบาทสมมติ หรือจัดนำชมสิ่งที่ได้จากการสร้างสรรค์ ให้เด็กแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเรียนรู้กับผู้อื่น ช่วยกันเล่าเรื่องการทำโครงงานให้ผู้อื่นฟัง โดยจัดแสดงสิ่งที่เป็นจุดเด่นให้เพื่อนในชั้นเรียนอื่น ครู ผู้ปกครองและผู้บริหารได้เห็น ครูจะช่วยเด็กเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาแสดง ซึ่งช่วยให้เด็กทบทวนและประเมินโครงการทั้งหมด ครูอาจเสนอให้เด็กได้จินตนาการความรู้ใหม่ที่ได้ผ่านศิลปะ ละคร ครู อาจนำความคิดความสนใจของเด็กไปสู่การสรุปโครงการ และอาจนำไปสู่หัวข้อโครงงานใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนดังกล่าวขั้นต้น จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะเป็นโครงงานชนิดใด เริ่มก่อตัวและสำเร็จเป็นชิ้นงานโดยการกำหนดหัวข้อหรือเลือกโครงงานตามความถนัดและความสนใจ หรือตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางเอาไว้ การอ่าน การฟัง การค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การจัดการ รวบรวม คัดเลือก การทดสอบ สังเคราะห์ การประเมิน และการรวบรวมใหม่อีกครั้ง หากชิ้นงานที่ได้ยังไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ หรือยังไม่ได้ตามเกณฑ์ทีคาดหวังเอาไว้จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ผ่านการทดสอบและประเมินผลประเมินค่าเพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

3.5 บทบาทของครูในการสอนโครงงาน

บทบาทของครูถือว่ามีความสำคัญเป็นอันดับแรกต่อการจัดกิจกรรมโครงงานให้ประสบความสำเร็จ ครูควรให้ความสนใจในโครงงานของนักเรียนอย่างจริงจัง ควรมีเทคนิควิธีการในการกระตุ้นและส่งเสริมความคิดที่หลากหลาย อีกทั้งร่วมวางแผนตัดสินใจ ให้กำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างดำเนินกิจกรรมโครงงาน ซึ่งสามารถสรุปบทบาทของครูต่อการจัดกิจกรรมโครงงานในการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1. ระยะเริ่มต้น เป็นระยะที่ยุ่งยากที่สุดในการจัดกิจกรรมคือการเลือกหัวข้อและปัญหาที่จะศึกษาเพราะการเลือกหัวข้อปัญหาที่จะศึกษา ต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ ประสบการณ์ของครูจะช่วยให้เกิดแนวคิดและเกิดความสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน จึงเป็นช่วงเวลาที่ครูต้องให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ สามารถทำได้ดังนี้

1.1 กระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงงาน ครูอาจตั้งคำถามง่ายๆ จากสิ่งใกล้ตัวของผู้เรียนหรือให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างโครงงานที่สำเร็จแล้ว

1.2 แนะนำวิธีการจัดกิจกรรมโครงงานและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษาเพื่อให้นักเรียนสำรวจความสนใจและศึกษาเพิ่มเติม

1.3 จัดให้มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ในเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือจัดศึกษานอกสถานที่เพื่อจุดประกายแนวคิดในการตั้งประเด็นปัญหา

1.4 ช่วยแนะนำในการวางโครงเรื่องย่อ และการวางแผนการทำงานให้คำปรึกษาและความเป็นไปได้ของเค้าโครงย่อของโครงงาน โดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาที่จะศึกษาและเวลา วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ในการดำเนินกิจกรรมโครงงาน

2. ระยะที่นักเรียนจัดกิจกรรมโครงงาน ผู้เรียนจะต้องเข้าใจถึงแผนงานของตนเองที่วางเอาไว้ บทบาทของครูควรปฏิบัติดังนี้

2.1 แนะนำการสร้างทักษะสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกัน ความสามารถในการใช้ อุปกรณ์ และผู้เรียนควรมีโอกาสฝึกการทำโครงงานย่อยบางอย่างก่อนลงมือปฏิบัติจริง

2.2 ติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยพิจารณาแผนการดำเนินงาน ให้ความช่วยเหลือหากผู้เรียนต้องการปรึกษา

2.3 จัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพบปะ รวมกลุ่มเพื่อรายงานปากเปล่าโดยมีครูร่วมอยู่ด้วยซึ่งถือเป็นวิธีหนึ่งในการติดตามความก้าวหน้าและช่วยแก้ปัญหาซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียน

2.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการทำงานให้ประสบความสำเร็จในทุกขั้นตอน

3. ระยะสิ้นสุดการจัดกิจกรรมโครงงาน หัวข้อหรือปัญหาที่ผู้เรียนเลือกทำโครงงานอาจมีความยากง่ายขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูที่ปรึกษากิจกรรมโครงงาน ที่พิจารณาความเป็นไปได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นเพื่อให้โครงงานประสบความสำเร็จ จนผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้เขียนรายงานสรุปผลโครงงาน บทบาทของครูในการดำเนินการขั้นสุดท้ายคือ

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายได้ชัดเจน แต่ไม่ควรจะเคร่งครัดจนผู้เรียนไม่กล้าแสดงออกทางความคิด

3.2 ประเมินผลโครงงานควรมีการร่วมกันประเมินผู้เรียน เพื่อนครู ร่วมกับผู้ปกครองเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น ให้ผู้เรียนเข้าใจและยอมรับในข้อคิดเห็นและคำวิจารณ์ที่อาจเกิดขึ้นเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

3.3 ควรส่งเสริมโครงงานที่น่าสนใจเป็นพิเศษ โดยให้นักเรียนทำต่อเพื่อเพิ่มพูนทักษะในการค้นคว้าหรือโครงงานที่ยังทำไม่สมบูรณ์ ควรแนะนำให้ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้เสร็จ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 56-58 ; ยุทธ ไกรวรรณ์. 2540 : 21 ; ลัดดา ภู่เกียรติ. 2544 : 360-364 ; สุภาวดี จันทะดี. 2544 : 37-59)

นอกจากนั้นแคทซ์ และชาร์ด (Katz & Chard. 1994 : 32) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมโครงงานที่สอดคล้องกัน ดังต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้น
2. วางแผนร่วมกับผู้เรียนในการกำหนดหัวข้อโครงงาน
3. กำหนดเป้าหมายที่มีต่อการทำกิจกรรมโครงงานของผู้เรียน
4. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้ เช่น หนังสือ อุปกรณ์ วัสดุสื่อต่างๆ

5. ให้คำแนะนำในการดำเนินงานของผู้เรียน
6. ประสานงานกับสถาบัน โรงเรียนในการส่งเสริมกิจกรรมโครงงาน
7. สังเกตความก้าวหน้าและบันทึกพฤติกรรมผู้เรียนแต่ละคนในการทำกิจกรรมโครงงาน
8. ร่วมแก้ปัญหาต่างๆ อันอาจเกิดขึ้นในการดำเนินการ
9. ประเมินความก้าวหน้าและสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียน
10. แสดงผลงานผู้เรียน รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ

จะเห็นได้ว่าบทบาทของครูมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมโครงงาน ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง แต่บทบาทของครูต้องเป็นนักคิด นักวางแผน ในการออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนในการค้นคว้าเรียนรู้ ภายใต้ความสนใจของผู้เรียน บทบาทของครูจึงจำเป็นที่ต้องให้ความสำคัญกับทุกๆ ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมโครงงานของผู้เรียน

3.6 การประเมินผลการสอนโครงงาน

ธีรชัย ปูรณโชติ. (2531 : 22-24) กล่าวถึงการประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงงานของนักเรียนโดยเสนอเกณฑ์ในการประเมินคุณค่าของโครงงาน ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการศึกษาค้นคว้า เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมโครงงานทั้งนี้ ความแปลกใหม่ดังกล่าว หมายถึง ความแปลกใหม่ของระดับนักเรียนผู้ทำโครงงานเอง

2. ความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการค้นคว้า หมายถึง ได้มีการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดกิจกรรมโครงงานอย่างถูกต้องเหมาะสม ทั้งในการกำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน (ถ้ามี) การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง การจัดการและการควบคุมตัวแปร การสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

3. การเขียนรายงานของโครงงาน/หรือการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความถูกต้องและความชัดเจนของการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจโครงงาน เช่น รายงานที่ได้เขียนมีความถูกต้องตามหลักการของการเขียนรายงานโครงงาน มีความชัดเจนสวยงาม และดึงดูดความสนใจเพียงใด

4. การอธิบายโครงสร้างด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูดจาอธิบายและตอบข้อซักถามต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วเหมาะสม

นอกจากนี้ การ์ดเนอร์ (ลัดดา ภู่เกียรติ. 2444 : 377-379) ได้เสนอเกณฑ์การพัฒนาการเรียนรู้วิธีการและโครงงานรวมทั้งแฟ้มสะสมงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเป็น 5 ส่วนดังนี้

1. ผลการเรียนรู้รายบุคคล (Individual Profile) โดยพิจารณาความถนัดทางปัญญาด้านต่างๆ หรือจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียน และสภาพอารมณ์ของผู้เรียนในการทำงาน เช่น ความมานะพยายาม ความกล้าตัดสินใจ

2. ความเชี่ยวชาญในการใช้ข้อมูล ทักษะและทฤษฎีหรือแนวคิด (Mastery of facts Skill and Concept) โดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนในการนำข้อมูลความรู้ ทักษะและทฤษฎีหรือแนวคิดต่างๆ ที่ได้ในโรงเรียน หรือจากหลักสูตรมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน ครูและนักเรียนอาจทำความตกลงร่วมกันในการเลือกเนื้อหาสาระที่สนใจจากบทเรียนเข้ามาไว้ในโครงงานหรือสร้างเป็นโครงงานได้

3. คุณภาพเนื้อหา (Quality of work) โครงงานแต่ละเรื่องจะอยู่ภายใต้กรอบขององค์ความรู้บางอย่าง โดยที่แต่ละสาระของแต่ละแขนงต่างก็มีบรรทัดฐานทางคุณภาพ โดยเฉพาะสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งไม่สามารถใช้มาตรฐานเดียวกันมาประเมินคุณภาพของโครงงานได้ แต่อาจมีเกณฑ์คุณภาพโดยรวมที่สามารถใช้เป็นตัวตรวจสอบร่วมกันได้ เช่น ความคิดริเริ่มและจินตนาการ ความมีสุนทรียภาพ ความแม่นยำในหลักวิชาในการพัฒนาโครงงาน เพื่อนำเสนอแนวคิดบางอย่างและผลงานภาคปฏิบัติได้

4. การสื่อสาร (Communication) การทำโครงงานเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการสื่อสารกับเพื่อน ครู ผู้ใหญ่และคนอื่นๆ ในวงกว้าง ทักษะในการสื่อสารจึงมีความจำเป็นกับผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะต้องใช้เครื่องมือในการเสนอข้อมูลความรู้ให้แก่ผู้อื่น การสื่อสารด้วยวิธีการหลากหลายเป็นเกณฑ์ที่ครูจะต้องนำมาพิจารณาในการประเมินด้วย

5. การประเมินผลงานตนเอง (Reflection) ลักษณะที่บ่งบอกถึงพัฒนาการทางสติปัญญาที่สำคัญที่สุด คือความสามารถในการประเมินผลงาน เพื่อตรวจสอบวัตถุประสงค์เป้าหมายของงาน ประเมินความก้าวหน้าของงานพิจารณาข้อบกพร่องต่างๆ ให้ความรู้ แนวคิดและประสบการณ์ของตนเองและผู้อื่นมาปรับปรุงโครงงาน ครูและนักเรียนสามารถตรวจสอบทบทวนผลงานร่วมกัน เชื่อมโยงความรู้ที่ได้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม รวมไปถึงการตั้งเป้าหมายระยะยาวของการทำงานด้วย

การประเมินจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนประจักษ์ต่อความสามารถที่ได้รับจากกิจกรรมที่ตนเองพัฒนาขึ้น ลัดดา ภู่เกียรติ (2544 : 377) กล่าวว่าการประเมินจะใช้เวลาในการประเมินไม่มากนักเพราะเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลด้วยจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าการประเมินผลไม่ใช่การตัดสินให้ผ่านหรือไม่ผ่าน แต่เป็นส่วนหนึ่งที่มีโอกาสพัฒนาในด้านการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงพัฒนาตนเองให้สูงมากขึ้น

3.7 ประโยชน์ของการจัดการสอนแบบโครงงาน

ธีรชัย ปูรณโชติ (2531 : 32) กล่าวว่าสิ่งที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงงาน ได้แก่

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ และผู้รู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่เป็นข้อค้นพบของการทำโครงงาน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้

3. ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

4. เจตคติจากการได้เลือกเรื่องที่ตนเองสนใจ ศึกษาค้นคว้า และค้นพบคำตอบด้วยปัญญาของตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและความสนใจ มีเจตคติและค่านิยมที่ดี เช่น ความสงสัย ใฝ่รู้ มีเหตุผล มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ อดทน

5. คุณสมบัติอื่นๆ เช่น ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เชื่อมั่นในตนเอง มีวินัยในการทำงานมีความรับผิดชอบ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 5) กล่าวถึงคุณค่าของการทำโครงงานที่สอดคล้องกัน ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในการะบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีตลอดจนความสนใจในวิชาตามหลักสูตรปกติ

3. เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ตามความสนใจอย่างลึกซึ้งกว่าการเรียนตามหลักสูตรปกติ

4. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

5. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบและวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

6. ช่วยให้ผู้เรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

ชิราภรณ์ ศิริทวี (2542 : 35) กล่าวว่า สิ่งที่นักเรียนได้รับประโยชน์จากการสอนแบบโครงงาน คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชานั้นๆ

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

4. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา

5. เจตคติที่ดีต่อการศึกษา

6. คุณสมบัติทางบวกอื่นๆได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัย ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น

กระทรวงศึกษาธิการ (2538 : 7-8) ได้สรุปถึงประโยชน์ของการทำโครงงานไว้ ดังนี้

1. สร้างความสำนึกและรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆด้วยตนเอง

2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนหลักสูตรปกติ

4. ทำให้นักเรียนที่มีความสามารพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตน

5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น

6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันให้โอกาสใกล้ชิดกันมากขึ้น

ญาดาพนิต พิณกุล (2539 : 284) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบโครงงานไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักมีความรับผิดชอบ

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานอย่างมีแผน

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหา

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินผลงานของตนเอง

สมชาย ชูชาติ (2538 : 81-82) กล่าวถึง ประโยชน์ของการสอนแบบโครงงาน ดังนี้

1. นักเรียนมีความสนใจเพราะได้ลงมือปฏิบัติจริง

2. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานอย่างมีแผนและให้รู้จักประเมินผลงานของตนเอง

3. ช่วยให้เด็กการเรียนรู้ตามวิธีธรรมชาติ และให้มีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น

4. ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักแก้ปัญหา เพื่อเตรียมพร้อมที่จะเผชิญสภาพสังคมจริง

วัชราภรณ์ แก้วดี (2544 : 209) กล่าวถึง ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้จากการทำโครงงาน ดังนี้

1. นักเรียนได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้และทักษะทางปัญญา

1.1 พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่ลึกซึ้งและซับซ้อน

1.2 พัฒนาทักษะบูรณาการ นำทักษะและความรู้จากหลายวิชามาใช้ในการทำงาน

1.3 พัฒนาทักษะการสื่อสารกับผู้อื่น นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 พัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของตน เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปตามสภาพจริงได้

2. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการดำรงชีวิต

2.1 พัฒนาความสามารถในการควบคุมตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับตนเอง สามารถจัดการเวลาและควบคุมอารมณ์ของตนได้

2.2 พัฒนาความสามารถในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

สรุปได้ว่า การสอนแบบโครงงานช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ ที่ลึกซึ้งตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา ปลูกฝังค่านิยมความรับผิดชอบความเชื่อมั่นในตนเอง และระเบียบวินัยที่เหมาะสม นอกจากนั้นการฝึกทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ความเห็นอกเห็นใจที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมโครงงานร่วมกันซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตที่เหมาะสมเป็นบุคคลที่สังคมต้องการ

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

งานวิจัยในต่างประเทศ

โฮวิค (Howick. 1992 : 4283-A) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 คนในเวลา 22 วัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมทางทะเลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

ซิลเดรส (Childrese. 1983 : 3280-A) ศึกษาผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทางสติปัญญา ตามทฤษฎีของเพียเจย์ ในเด็กมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเคมี จำนวน 73 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มที่ต้องทำโครงงาน 2) กลุ่มที่เลือกทำโครงงานหรือไม่ทำก็ได้ 3) กลุ่มที่ไม่ต้องทำโครงงานผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 9 สัปดาห์มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียร์เจย์ไม่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบความคิดเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีระดับพัฒนาการ การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

กัญญา ภิญญกิจ (2538 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู โดยแบ่งกลุ่มทดลองได้รับการสอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความสนใจกิจรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธีรวัฒน์ ยิ่งยง (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบโครงงานประกอบการประชาสัมพันธ์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบโครงงานประกอบการประชาสัมพันธ์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความรับผิดชอบต่อสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ภารัตน์ ขวัญทะเล (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานทางคณิตศาสตร์ พบว่า สูงกว่าการเรียนตามปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีการทดลอง
4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คัดเลือกจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 - ใช้แบบสำรวจแววคณิตศาสตร์ ของ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

- คัดจากคะแนนสะสมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละที่ 85 ขึ้นไป

- พิจารณารายชื่อจากการสำรวจแวว การสังเกตความสนใจและจากคะแนนสะสมสูง โดยคัดเลือกจากรายชื่อที่ตรงกัน ทั้ง 2 หัวข้อ โดยไม่กำหนดคะแนนร้อยละ ด้านใดสูงกว่ากัน

ขั้นที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกทำแบบทดสอบทางสติปัญญาด้านคณิตศาสตร์ของอาจารย์ศักดา บุญโต (อายุ 9-10 ปี)

ขั้นที่ 3 ใช้ข้อมูลทั้งหมดมาพิจารณาตัดสิน คัดเลือกนักเรียนไว้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดำเนินการดังนี้

1. แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์

ได้จัดทำแผนการสอนโครงงานคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารในเรื่องการจัดทำโครงงานและหลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยในเรื่องเกี่ยวกับการสอนแบบโครงงานและกำหนดเป็นขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา กำหนดเรื่อง

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ขั้นที่ 4 การดำเนินการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 การสรุปผล

1.2 กำหนดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาจัดทำโครงงาน ดังนี้

1.2.1 รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี

1.2.2 รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม

1.2.3 การเขียนรูปเรขาคณิตโดยแบบรูป

1.2.4 รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.2.5 รูปสมมาตร

1.3 สร้างแผนการสอนโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผนการสอน ตามเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และตามลำดับขั้นตอนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์

1.4 กำหนดรูปแบบวิธีสอน เวลาให้สอดคล้องกัน

1.5 นำแผนการสอนที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน มาคำนวณค่า IOC แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษานิยาม และองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยผ่านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด ของ John D. Ross และ Catherine M. Ross จำนวน 32 ข้อ 32 คะแนน ดังนี้

2.2.1 อุปมาอุปไมย

2.2.2 การอนุมาน

2.2.3 หลักฐานที่หายไป

2.2.4 การสังเคราะห์ลำดับ

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น

2.2.6 ความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม

2.2.7 ยุทธวิธีไขปัญหา

2.2.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะ

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างแบบทดสอบจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและแก้ไขตามคำแนะนำ

2.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาความยากง่าย (p) ได้ค่าระหว่าง 0.40 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ค่าระหว่าง 0.20 – 0.80

2.5 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นโดยคำนวณจาก KR 20 (Kuder Richardson 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 197-200) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

เกณฑ์ในการให้คะแนนมีดังนี้

1 - 10	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ
11 - 21	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง
22 - 32	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง

การดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 250) ดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

X แทน กิจกรรมการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์

T_1 แทน การทดสอบก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

T_2 แทน การทดสอบหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ขอให้บัณฑิตวิทยาลัย ออกหนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการดำเนินการทดลอง

2.2 ทำการประเมินก่อนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

2.3 ดำเนินการทดลอง โดยการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 5 สัปดาห์ ดังนี้

วัน	เวลา	หน่วยการเรียนคณิตศาสตร์	ขั้นตอนการสอน
จันทร์ (16 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	ทำความคุ้นเคยกับผู้เรียน Pre-test	
อังคาร (17 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี	ขั้นนำ
พุธ (18 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม	ขั้นสอน - กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
พฤหัสบดี (19 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	การเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้แบบรูป รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ขั้นสรุป
ศุกร์ (20 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20		
จันทร์ (23 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	รูปสมมาตร	
อังคาร (24 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	คณิตคิดสนุก	
พุธ (25 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	คณิตคิดสนุก	
พฤหัสบดี (26 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	ความหมาย จุดมุ่งหมายในการทำโครงงาน	
ศุกร์ (27 ก.พ. 47)	08.30 - 09.20	ความหมาย จุดมุ่งหมายในการทำโครงงาน	

วัน	เวลา	หน่วยการเรียนคณิตศาสตร์	ขั้นตอนการสอน
จันทร์ (1 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์	ขั้นนำ ขั้นสอน - กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ขั้นสรุป
อังคาร (2 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์	
พุธ (3 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การคิดหัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์	
พฤหัสบดี (4 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การคิดหัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์	
ศุกร์ (5 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
จันทร์ (8 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
อังคาร (9 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
พุธ (10 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
พฤหัสบดี (11 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
ศุกร์ (12 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์	
จันทร์ (15 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์	
อังคาร (16 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์	
พุธ (17 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การนำเสนอผลงานโครงงานคณิตศาสตร์	
พฤหัสบดี (18 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	การนำเสนอผลงานโครงงานคณิตศาสตร์	
ศุกร์ (19 มี.ค. 47)	08.30 - 09.20	ประเมินผลจากการทำโครงงาน Post-test	

2.4 ทำการทดลองวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังการทดลองโดยใช้แบบทดสอบ วิธีการทดสอบ และวิธีตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับก่อนการทดลองแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต่อไป

สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนะเฉลี่ยของกลุ่ม

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งกลุ่ม

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

1.3 ความแปรปรวน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 63)

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

เมื่อ S แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณและแผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์คำนวณได้จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแต่ละข้อ (Dixcrimination) โดยคำนวนจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคนา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนรวมกัน

2.3 การหาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยยึดเอาค่า P ระหว่าง 0-0.6 คำนวณได้จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 209 – 210)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.4 การค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยวิธีของ คูเดอร์–ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) คำนวณได้จากสูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 197 – 200)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำไม่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

3. สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน คำนวณจากสูตร t-test for Dependent (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 104)

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

เมื่อ D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการทดลองโดยใช้การสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 จากการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

คนที่	ความคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	ความคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์
1	20	27	7
2	18	27	9
3	18	26	8
4	16	26	10
5	18	28	10
6	16	26	10
7	18	26	8
8	16	25	9
9	16	26	10
10	18	25	7
11	16	26	10
12	16	26	10
13	18	26	8
14	20	26	6
15	16	27	11
16	17	25	8
17	16	28	12

ตาราง 1 (ต่อ)

คนที่	ความคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	ความคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์
18	17	28	11
19	16	27	11
20	17	28	11
21	18	27	9
22	18	28	10
23	18	25	7
24	16	25	9
25	16	26	10
26	17	26	9
27	16	26	10
28	17	28	11
29	16	28	12
30	17	26	9
$\overline{X}$	17.06	26.47	9.40
S^2	1.17	1.04	
ระดับ	ปานกลาง	ดี	

จากตาราง 1 แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนการสอน โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 16-20 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเท่ากับ 17.06 คะแนน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอน โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 25-28 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 26.47 คะแนน

ตาราง 2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ความคิดวิจารณญาณ	N	X	S^2	Df	T	p-value
ก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	32	17.06	1.17	.05	33.57	2.042
หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์	32	26.47	1.04			

จากตาราง 2 แสดงว่าระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์และหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง คัดแยกโดยการใช้แบบสำรวจแววคณิตศาสตร์ ของ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนน 80 ขึ้นไป และคัดจากคะแนนสะสมวิชาคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 85 ขึ้นไป นำนักเรียนที่ได้จากการสำรวจแวว และจากคะแนนสะสมที่มีรายชื่อตรงกัน ทั้ง 2 หัวข้อ มาทำแบบทดสอบทางสติปัญญาด้านคณิตศาสตร์ ของอาจารย์ศักดา บุญโต (อายุ 9-10 ปี)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 32 ข้อ โดยข้อสอบแบ่งออกเป็น 8 ด้านๆละ 4 ข้อ แบบทดสอบด้านอุปมา อุปไมย 4 ข้อ แบบทดสอบด้านอนุมาน 4 ข้อ แบบทดสอบด้านหลักฐานที่หายไป 4 ข้อ แบบทดสอบด้านสังเคราะห์ลำดับ 4 ข้อ แบบทดสอบด้านวิเคราะห์ข้อมูลตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น 4 ข้อ แบบทดสอบด้านความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม 4 ข้อ แบบทดสอบด้านยุทธวิธีแก้ไขปัญหา 4 ข้อ และแบบทดสอบด้านการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ข้อ

ประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 8 ด้าน แล้วทำการทดลองสอน โดยใช้แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผน ใช้เวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 50 นาที เวลา 08.30-09.20 น. รวมทั้งสิ้น 25 วัน เมื่อทำการสอนเสร็จสิ้นแล้วได้ทดสอบเป็นรายบุคคล ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดเดิมอีกครั้ง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตราฐาน และสถิติเปรียบเทียบความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้ t-test แบบ Dependent

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาความสามารถในการคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลังจากการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

หลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การนำโครงงานคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนให้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เป็นการสอนอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นอกจากนี้ยังช่วยให้เด็กได้พัฒนาความคิด มีการใช้เหตุ ใช้ผล ได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้เด็กมีการคิดหลายรูปแบบ มีการวิเคราะห์ข้อมูล และมีกระบวนการในการจัดกระทำกับข้อมูล การนำโครงงานคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความสนใจ มีความกระตือรือร้น และมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้ทำให้สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดีกว่าการเรียนการสอนตามปกติ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยจัดกิจกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มแทรกอยู่ด้วย โดยให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันคิดและแก้ปัญหา มีโอกาสและเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้รับการยอมรับ และรู้สึกว่าตนเองมีค่า เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมการคิดวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ วินิจ เกตุขำ และคมเพชร ฉัตรศุภกุล (2522 : 170-172) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมต่างๆ บุคคลจะได้รับประสบการณ์ตรง นอกจากจะได้ปฏิบัติแล้วยังได้เกิดความรู้สึกต่างๆขึ้น ด้วยผลจากการทำกิจกรรมจะทำให้บุคคลซาบซึ้งประทับใจมากกว่าที่จะสอนให้มีการพัฒนาตนเอง โดยการให้ความรู้เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับคำกล่าวของ ทิศนา แขมมณีและเยาวภา เดชะคุปต์ (2522 : 7) ที่กล่าวว่าประสบการณ์การเรียนรู้จากการมีส่วนร่วมกระทำกิจกรรม ส่งเสริมการวิเคราะห์ความรู้สึก ความต้องการ ตลอดจนพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการฝึกเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาบุคลิกภาพของตนเองได้ดี สอดคล้องกับ สมัด อาบสุวรรณ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้การวิจัยของ มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้พัฒนาความคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาพบว่า การสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นผู้บริหารและครูผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาควรนำการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

2. การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ควรเป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมการแสดงออกทางความคิด เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงเป็นการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. นักเรียนส่วนใหญ่แสดงออกถึงความสนุกสนานในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ แต่ในบางกิจกรรมเวลาน้อยเกินไป ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการทำกิจกรรมโครงงาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาในเรื่องของโครงงานคณิตศาสตร์ในการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในด้านอื่นๆด้วย

2. ควรศึกษารูปแบบการสอนโครงงานคณิตศาสตร์เพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กองวิจัยทางการศึกษา. (2542). *การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2536). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ว107 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กัญญา ภิญญกิจ. (2538*). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

โกวิท ประมลพฤกษ์. (2533*). การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคตตามหลักสูตรการประถมศึกษาและมัธยมศึกษาฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

จิรพา จันทะเวียง. (2542). *ผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและผลผลิตที่ใช้วิธีคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิราภรณ์ ศิริทวี. (2542, สิงหาคม). "โครงงานทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน," *วารสารวิชาการ.* 2(8) : 33-38.

ชาลินี เอี่ยมศรี. (2536). *การพัฒนาแบบสอบการคิดวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2530). *การฝึกสมรรถภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ญาดาพนิต พิณกุล. (2539). *หลักการสอน.* กรุงเทพฯ : ธีรวิทยานิพนธ์.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2529). *การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม. (2531). *เด็กปัญญาเลิศ* . กรุงเทพฯ : ปาณยา.

ทวีพร ดิษฐคำเริง. (2540). *รายงานการวิจัยประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2531 ก). *การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ : คู่มือสำหรับครู.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรรัตน์ ยิ่งยง. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบโครงงานประกอบการประชาสัมพันธ์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูของหน่วยศึกษานิเทศน์กรมสามัญศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นิตติยา ปภาพจน์. (2540). *การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น.ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญทัน อยู่สมบุญ. (2529). *พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บำรุง ใหญ่สูงเนิน. (2536). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อเสริมสร้างความรู้เกี่ยวกับการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของครูประถมศึกษา.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ประเวศ วะสี. (2539). *ยุทธศาสตร์ทางปัญญาของชาติ.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินพริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด มหาชน.

ผดุง อารยะวิญญู. (2539). *การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ.* กรุงเทพฯ : แว่นแก้ว

_____. (2531). *การศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศ.* ม.ป.ท.

พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). *การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. (2537). *การพัฒนารูปแบบพัฒนาความคิดวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. (2523). "การอ่านอย่างมีวิจารณญาณ," *วิทยาศาสตร์.* 34(2) : 144-147.

มลิวัลย์ สมศักดิ์. (2540). *รูปแบบการสอนของการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ยุทธ ไกรวรรณ์. (2544). *เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน ระดับมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพคุณภาพวิชาการ จำกัด.

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ. (2533). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาโครงงาน.* กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดีจำกัด.

ลัดดา ภู่เกียรติ. (2544). *โครงงานเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม.* กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วนิดา ปานโต. (2543). *การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีการตรวจให้คะแนนและจำนวนข้อของแบบทดสอบต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วรรณา บุญฉิม. (2541). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วินัย ดำสุวรรณ. (2538). *รายงานการวิจัยผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณญาณและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชราภรณ์ แก้วดี. (2544). *การเรียนรู้จากการทำโครงการ.* กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร จิตตพุทธิ์. (2539). *ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสถาบันการศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศรีภูมิ อัครมาศ. (2545). *สร้างพหุปัญญาด้วยโครงงาน.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.

ศรียา นิยมธรรม. (2541). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษาพิเศษ.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ P.A. ART&PRINTING CO.,LTD.

สนอง อินละคร. (2544). *เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. อุบลราชธานี : อุบลกิจอฟเซทการพิมพ์.

สมัด อาบสุวรรณ์. (2539). *การพัฒนาโปรแกรมสำหรับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สมกิต อุดมอิทธิเสถียร. (2543). *การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เดอะโนเลจเซ็นเตอร์.

สมศักดิ์ พวงแสน และสินี ศิวาธรณิศร. (2544, มีนาคม). "สอนง่ายเรียนสบายมีความสุขกับโครงงาน," *ปฏิรูปสารที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด*. 1(1) : 23-25.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542, สิงหาคม-กันยายน). แนวคิดในการพัฒนาคนและกระบวนการเรียนรู้." *วารสารข้าราชการครู*. 18 : 11-12.

สมสุข โถวเจริญ. (2542). *ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยบรมราชชนนี ภาคใต้*. กรุงเทพฯ : ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมน อมรวิวัฒน์. (2530). *การสอนโครงการสร้างศรัทธาและโยนิโสมนสิการ*. กรุงเทพฯ : เอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์

สุมาลี จันทร์ชลอ. (2533). *ผลของการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ : ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมเจตน์ ไวยาการณ์ (2539). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถการใช้เหตุผล*. กรุงเทพฯ : ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2531). *คู่มือการทำและจัดแสดงโครงงานวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี(เอกสารสำหรับครู)*. กรุงเทพฯ : สสวท.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *บทสังเคราะห์งานวิจัยเรื่องการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ*. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา.

_____. (2544). *คณิตศาสตร์มหัศจรรย์ : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.

_____. (2544). *สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านความคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ : บริษัทรัตนพรชัย จำกัด.

อมร ลิมปนาทร. (2530). *การศึกษาความคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับบทบาทตัวละครในเรื่อง มหาเวสสันดรชาดก กัณฑ์กุมารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในกลุ่ม 9/6.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร

อารี รังสินันท์. (2529). *รวมบทความพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.* กรุงเทพฯ : ธนะการพิมพ์

อารี สัณหฉวี. (ม.ป.ป.). *พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ.* กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อการศึกษาเด็ก.

_____. (2540). *รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ.* กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

อารี สัณหฉวี และอุษณีย์ โพธิสุข. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการพัฒนาความสมารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อารีรัตน์ ขวัญทะเล. (2546). *การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง และคณะ. (2543, มิถุนายน). "โครงงาน," *วารสารวิชาการ.* 3(6) : 17-24.

อุไร มะวิญธร. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์เชิงวิจารณญาณและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการให้ประสบการณ์กับคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. *คู่มือสำรวจแววความสามารถพิเศษ.* กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี สฤษดิ์วงศ์

อุษณีย์ โพธิสุข. (2541). *รายงานการวิจัยประกอบร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ.* กรุงเทพ ฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

_____. (2540). *โรงเรียนจะพัฒนาอัจฉริยะภาพเด็กได้อย่างไร.* ม.ป.ท.

_____. (2537). *วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2542). *สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ.* เล่มที่ 3 เมื่อลูกรักมีปัญหา. กรุงเทพฯ : แฟมิรี่ไดเร็ค.

_____. (2543). *แผนที่สู่การพัฒนาอัจฉริยภาพ.* กรุงเทพฯ. มูลนิธิสดศรี สฤษดิ์วงศ์.

Berman, Sally. (1997). *Project Learning for the Multiple Intelligences Classroom.* Illinois : Skylight Training and Publishing.

Booth,D.L. (1987). *Project Work.* 2nd .ed. Oxford : The Alden Press.

Childress, P.N. (1983,January). "The Effect of Science Project Production in an Elementary School Science Curriculum," *Dissertaion Abstracts International.* 39(7) : 4164-A.

Devine, T. (1981). *Teaching study skill : A Guide for teachers.* Boston : Allyn and Bacon,1989

Dewey, J.T. (1933). *How We Think.* New york : D.C. Healt and Company,

Ennis, R.H. (1990, May). "The Extent to which Critical Thinking is Subject Specific : Further Clawificawifcation," *Educational Research.* 19(9) : 13–16.

Ennis, R.H. (1985, October). "Alogical basic for Measuring Critical Thinking Skill," *Educational Leadership.* 43(2) : 44–46.

Facience, Peter A. (1984, February). "Toward athory of Critical Thinking," *Liberal Education.* 70(3) : 253-261.

Ferrell, Susan Daugtry. (1992, March). "Critical Thinking as a Function of Teacher Reaction," *Dissertation Abstracts International.* 52(9) : 3223-A.

Frost, S.H. (1991, July). "Fostering The Critical Thinking of Collage Women Through Academic Advising and Faculty Contact," *Journal of Collage Student Development.* 32 : 359-366.

Good, Canter. V. (1973). *Dictionary of Education.* 2nd *ed.* New York : Mcgraw Hill Book company.

Hallahan, Danial P. and james M. Kauffman. (1997). *Exception Learners : Introduction to Special Education.* 7th ed. Miami : viacom.

Halsted, Sarah E. (1996, February). "Washington. Facilitating Creative And Critical Thinking In Middle School Science," *Dissertation Abstracts International.* 37(1) : 47–A .

Hilgard, Ennest R. (1962). *Introductuion of Psychogy.* New york : Harcourt Brace and Would.

Howick, T.S. (1992, June). "Case Study of a Sixth-Grade Class Using Marine Science Project : For SEA," *Dissertation Abtracts International.* 52(6) : 4283-A.

Hudgins , Bryce B. (1977). *Learning and thinking.* Linois : F.E. Peacock publishers

Joyce, Bruce and Marsha Weil. (1986). *Model of Teaching.* 3rd ed. New Jersy : Prentice–hall.

Katz, L.G., and Chard,S.C. (1994). *Engaging Children's Mind : The Project Approch. Norwood.* N.J. : Ablex.

Lumpkin, Cynthia Rolen. (1991, May). "Effect of Teaching Critical Thinking skill on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Studies content by Fiffh and Sixth-graders," *Dissertation Abstracts International.* 51(11) : 3694-A

Moore, B.N. and Parker , R. (1986). *Crritical Thinking Claims and Arguments in Everyday Life.* California : Mayfield Publish Co.

Nickerson, Raymon S. (1984, September). "Kind of Thinking Taught in Current Program," *Journal of Educational leadership.* 42(1) : 26–36.

Quinn, Virginia Nichols. (1990). *Applying Psychology.* New York : Mc Grawhill, Inc.

Reggiero, Vincent Ryan. (1984). *The Art of Thinkina : A Guide to Critical and Creative Thought.* New York ; Haper and Row Publishers, Inc.

Riley, Vera maxine. (1992 , September). " Teacher]s Questioning for Improvement of Critical Thinking Skill," *Dissertation Abstracts Internationnal.* 53(03) : 740.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตสาสตร์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รศ.ศักดา บุญโต	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.นิตติยา ปภาพจน์	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
อาจารย์กนกวลี อุษณกรกุล	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.50	0.40
2	0.53	0.60
3	0.56	0.40
4	0.6	0.40
5	0.46	0.80
6	0.4	0.60
7	0.53	0.40
8	0.43	0.60
9	0.76	0.80
10	0.76	0.80
11	0.70	0.80
12	0.50	0.60
13	0.73	0.80
14	0.50	0.60
15	0.43	0.40
16	0.4	0.60
17	0.46	0.40
18	0.50	0.40
19	0.53	0.60
20	0.56	0.60
21	0.46	0.40
22	0.53	0.40
23	0.70	0.20
24	0.67	0.60
25	0.73	0.20
26	0.53	0.40
27	0.76	0.60
28	0.53	0.40

ตาราง (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
29	0.63	0.40
30	0.53	0.20
31	0.50	0.40
32	0.46	0.40
ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) = 0.84		

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
แผนการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ
สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบทั้งหมด 32 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที โดยข้อสอบแบ่งออกเป็น 8 ด้านๆละ 4 ข้อ ดังนี้

ข้อที่ 1-4 ด้านอุปมาอุปไมย
ข้อที่ 5-8 ด้านอนุมาน
ข้อที่ 9-12 ด้านหลักฐานที่หายไป
ข้อที่ 13-16 ด้านสังเคราะห์ลำดับ
ข้อที่ 17-20 ด้านวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น
ข้อที่ 21-24 ด้านความสัมพันธ์ทางด้านนามธรรม
ข้อที่ 25-28 ด้านยุทธวิธีแก้ไขปัญหา
ข้อที่ 29-32 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น

แบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวอย่าง แบบทดสอบด้านอุปมาอุปมัย
ใช้ข้อมูลนี้ในการตอบคำถาม

ถ้าวงกลม	มีค่าเท่ากับ	1		สามเหลี่ยม	มีค่าเท่ากับ	2
วงรี	มีค่าเท่ากับ	3		สามเหลี่ยม	มีค่าเท่ากับ	4

1. ผ้าพันคอลูกเสือจะมีค่าเท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. 1 ข. 2

ค. 3 ง. 4

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง รูปเรขาคณิต **เวลา 1 คาบ**

สาระการเรียนรู้

รูปเรขาคณิตเป็นรูปปิด มีหลายชนิด มีทั้งที่เป็นรูปเหลี่ยม เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น และรูปที่ไม่เป็นเหลี่ยม เช่น รูปวงกลม รูปวงรี เป็นต้น ซึ่งในการจำแนกรูปเรขาคณิตที่ไม่เป็นเหลี่ยมนั้นจะพิจารณาที่เส้นของรูป ส่วนรูปเรขาคณิตที่เป็นเหลี่ยมจะจำแนกตามจำนวนด้าน หรือจำนวนมุมของรูป

รูปสามเหลี่ยม เป็นรูปที่มีด้าน 3 ด้าน มีมุม 3 มุม

รูปสี่เหลี่ยม เป็นรูปที่มีด้าน 4 ด้าน มีมุม 4 มุม

รูปวงกลม เป็นรูปไม่มีมุม ไม่มีด้านแต่มีเส้นรอบวง และเส้นรอบวงอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน

รูปวงรี เป็นรูปที่ไม่มีมุม ไม่มีด้าน แต่มีเส้นรอบวง และเส้นรอบวงอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางไม่เท่ากัน

จุดมุ่งหมาย

1. บอกได้ว่ารูปเรขาคณิตรูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี
2. เมื่อกำหนดรูปภาพให้ สามารถบอกได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตรูปใด

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนเลือกรูปเรขาคณิตที่ครูจัดให้ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ครูแบ่งนักเรียน 4 กลุ่ม

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูว่า รูปเรขาคณิตที่กลุ่มตนได้นั้นมีลักษณะอย่างไร ช่วยกันลองคิดดูว่า มีสิ่งของอะไรบ้างที่มีลักษณะตามรูปเรขาคณิตของกลุ่ม บันทึกในใบงาน 1 ข้อ 1

3. ครูนำบัตรคำ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ให้นักเรียนดู ให้นักเรียนช่วยกันคิดว่ารูปเรขาคณิตของกลุ่มควรจะมีชื่อว่าอะไร(จากบัตรคำ) และทำไมจึงคิดเช่นนั้น บันทึกในใบงาน1 ข้อ 2

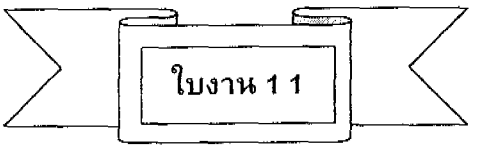
4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตเพิ่มเติม นักเรียนทำใบงาน 2,3

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปสามเหลี่ยม รูป สี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี
2. บัตรคำรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี
3. ใบงาน 1
4. ใบงาน 2
5. ใบงาน 3

การวัดและประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. จากการร่วมกิจกรรม
3. จากใบงาน



1. บันทึกสิ่งของที่มีลักษณะเฉพาะตามรูปเรขาคณิตของกลุ่ม

   1.....

   2.....

   3.....

   4.....

2. ควรจะมีชื่อ.....

   .....

   เพราะ.....

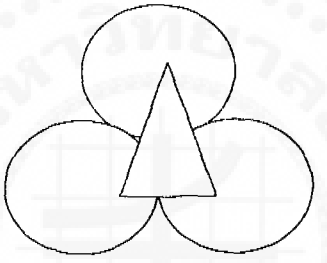
   .....

   .....

   .....

ใบงาน 2

มุกไปเที่ยวกับครอบครัว ที่สถานที่แห่งหนึ่งซึ่งมีสระว่ายน้ำที่เป็นรูปวงกลม 3 แห่ง และผ่านภูเขาที่เป็นรูปสามเหลี่ยม 1 แห่ง ดังรูป



ลองช่วยกันหาเส้นทางที่ต้องเดินทางหน่อย โดยมีข้อแม้ว่าจะต้องไม่เดินทางทับเส้นทางเดิม

ใบงาน 3

มีกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่ากัน 5 แผ่น ลองดูซิว่าใครจะสามารถต่อกันเป็นรูปภาพ โดยไม่ซ้ำแบบกันได้มากที่สุด (ใช้ด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 รูปที่อยู่ติดกัน)

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้การที่ 2

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง รูปเรขาคณิต **เวลา 1 คาบ**

สาระการเรียนรู้

รูปห้าเหลี่ยมเป็นรูปที่มี 5 ด้าน 5 มุม

รูปหกเหลี่ยมเป็นรูปที่มี 6 ด้าน 6 มุม

รูปแปดเหลี่ยมเป็นรูปที่มี 8 ด้าน 8 มุม

จุดมุ่งหมาย

1. บอกได้ว่ารูปเรขาคณิตรูปใดเป็นรูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม
2. เมื่อกำหนดรูปภาพให้ สามารถบอกได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตรูปใด

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. ครูนำรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี มาให้นักเรียนหยิบคนละ 1 ใบ

2. ให้นักเรียนแต่ละคนบอกว่ารูปเรขาคณิตที่ตนเองหยิบได้นั้น คือรูปเรขาคณิตใด พร้อมทั้งเข้ากลุ่มตามรูปเรขาคณิตเดียวกัน

3. ครูจุดประกายให้นักเรียนช่วยกันคิดว่ารูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยมและรูปแปดเหลี่ยม จะมีลักษณะอย่างไร บันทึกในใบงาน 4 ข้อ 1

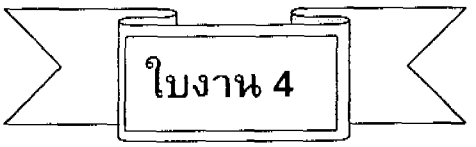
4. ครูบอกชื่อรูปเรขาคณิต รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม และรูปแปดเหลี่ยม ให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าทำไมจึงเรียกชื่ออย่างนั้น บันทึกในใบงาน 4 ข้อ 2

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี
2. รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม
3. ใบงาน 4

การวัดและประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. จากการร่วมกิจกรรม
3. จากใบงาน



1. ในความคิด

ลักษณะรูปห้าเหลี่ยม .....

.....

ลักษณะรูปหกเหลี่ยม.....

.....

ลักษณะรูปแปดเหลี่ยม.....

.....

2. ทำไมจึงชื่อนี้

รูปห้าเหลี่ยม เพราะ.....

รูปหกเหลี่ยม เพราะ.....

รูปแปดเหลี่ยม เพราะ.....

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง การเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้รูปแบบ **เวลา 1 คาบ**

สาระการเรียนรู้

การเขียนรูปเรขาคณิตอาจเขียนได้โดยใช้แบบรูปเรขาคณิตต่างๆ เช่นแบบรูปสามเหลี่ยม แบบรูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น

การเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้แบบรูปมีวิธีการดังนี้

1. นำแบบรูปวางบนกระดาษแล้วใช้มือข้างหนึ่งกดทับแบบรูปไว้อย่าให้เคลื่อนที่
2. ใช้ดินสอลากเส้นตามแนวขอบของแบบรูปจนครบรอบ
3. ยกแบบรูปออกจะได้รูปเรขาคณิตตามแบบรูป

จุดมุ่งหมาย

1. ครูแจกรูปแบบเรขาคณิดรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม และรูปแปดเหลี่ยมให้นักเรียนทุกคน
2. นักเรียนแบ่ง 5 กลุ่มๆละ 6 คน โดยมีข้อแม้ว่าแต่ละคนในกลุ่มต้องมีรูปเรขาคณิตที่ครูแจกแตกต่างกัน
3. แต่ละกลุ่มช่วยกันทำใบงาน 5
4. ครูแนะนำวิธีการเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้แบบรูป

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปเรขาคณิต
2. ใบงาน 5

การประเมินผล

1. จากการร่วมกิจกรรม
2. จากการเข้ากลุ่ม
3. จากการทำใบงาน

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างภาพที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน โดยใช้แบบรูปเรขาคณิต หลังจากสร้างภาพเสร็จแล้วให้นักเรียนบอกด้วยว่าเป็นภาพอะไรใช้แบบรูปเรขาคณิตใดเป็นส่วนประกอบบ้าง

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 4

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง รูปทรงเรขาคณิต **เวลา 1 คาบ**

สาระการเรียนรู้

รูปทรงเรขาคณิต และรูปเรขาคณิตต่างกัน รูปทรงเรขาคณิตจะมีความหนา แต่รูปเรขาคณิตเป็นเพียงส่วนหนึ่งของรูปทรง รูปทรงเรขาคณิตแบ่งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปทรงกระบอก และรูปทรงกลม

จุดมุ่งหมาย

1. เมื่อกำหนดรูปทรงเรขาคณิตให้สามารถบอกได้ว่าเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากรูปทรงกระบอก หรือรูปทรงกลม
2. สามารถจำแนกได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิต หรือรูปทรงเรขาคณิต

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

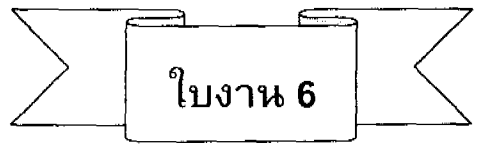
1. นักเรียนแบ่งกลุ่มตามใจชอบ 5 กลุ่ม ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับสิ่งที่ครูแจก
2. นักเรียนช่วยกันสำรวจสิ่งของที่ได้ไป และช่วยกันจัดกลุ่มสิ่งของ และบันทึกในใบงาน 6 ข้อ 1
3. ครูนำสิ่งของออกมาที่ละอย่าง ให้นักเรียนช่วยกันบอกถึงสมบัติและลักษณะของรูปทรง จนครบทุกชิ้น
4. นักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มสิ่งของใหม่อีกครั้งหนึ่ง บันทึกในใบงาน 6 ข้อ 2

สื่อ-อุปกรณ์

1. ส้ม ลูกปิงปอง ลูกบอล
2. กล่อง ลูกเต๋า
3. แก้ว แกนกระดาษทิชชู กระป๋อง
4. เหรียญบาท ธนบัตรใบละยี่สิบบาท กระดาษรูปสามเหลี่ยม
5. ใบงาน 6

การวัดและประเมินผล

1. จากการร่วมกิจกรรม
2. จากการตอบคำถาม
3. จากใบงาน



1. สิ่งของที่จำแนก (ก่อนการเรียนรู้)

กลุ่ม 1.....

กลุ่ม 2.....

กลุ่ม 3.....

กลุ่ม 4.....

2. สิ่งของที่จำแนก (หลังการเรียนรู้)

กลุ่ม 1.....รูปทรง.....

กลุ่ม 2.....รูปทรง.....

กลุ่ม 3.....รูปทรง.....

กลุ่ม 4.....รูปทรง.....

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 5

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง รูปสมมาตร **เวลา 1 คาบ**

สาระการเรียนรู้

รูปสมมาตร คือ รูปที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ที่เท่ากันทุกประการ และทับกันได้สนิท

แกนสมมาตร คือ เส้นที่แบ่งรูปออกเป็นรูปสองรูปที่เท่ากันทุกประการ บางรูปอาจจะมีแกนสมมาตรได้หลายแกน

จุดมุ่งหมาย

1. สามารถบอกได้ว่ารูปใดเป็นรูปสมมาตร และหาแกนสมมาตรได้
2. เมื่อกำหนดแกนสมมาตรและข้างหนึ่งของรูปสมมาตรมาให้ สามารถเขียนรูปสมมาตรนั้นให้สมบูรณ์ได้

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. ครูและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิต และรูปทรงเรขาคณิต
2. ครูแจกรูปเรขาคณิตให้นักเรียนเลือกหยิบคนละ 1 รูป ให้นักเรียนทำอย่างไรก็ได้แบ่งรูปเรขาคณิตนั้นออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า รูปที่นักเรียนแบ่งเป็นสองส่วน แล้วมีขนาดเท่ากันทุกประการทั้งสองส่วนนั้น เรียกว่ารูปสมมาตร และรอยพับแบ่งครึ่งนั้นเรียกว่าแกนสมมาตร
4. นักเรียนร่วมกันคิดถึงสิ่งของต่างๆที่เป็นรูปสมมาตร แกนสมมาตร และบันทึกในใบงาน 7

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยมและรูปแปดเหลี่ยม
2. ใบงาน 7

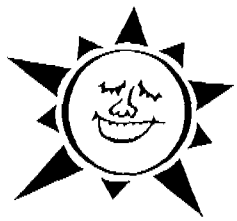
การวัดและการประเมินผล

1. จากการร่วมกิจกรรม
2. จากใบงาน

ใบงาน 7

ในชั้นเรียนของนักเรียนชั้น ป. 3 มีสิ่งของอยู่มากมาย มีทั้งที่เป็นรูปสมมาตรและไม่เป็นรูปสมมาตร

ให้นักเรียนวาดภาพสิ่งของในชั้นเรียนที่เป็นรูปสมมาตร มา 1 รูป โดยบอกแกนสมมาตรด้วย



แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 6

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง คณิตคิดสนุก **เวลา 2 คาบ**

สาระการเรียนรู้

สิ่งแวดล้อมรอบตัวเราประกอบไปด้วยรูปร่างและรูปทรงที่น่าสนใจหลายชนิด บางชนิดมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ใบไม้ เปลือกหอย บางชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เช่น อาคาร ตึก รูปร่าง และรูปทรงเหล่านี้ เป็นรูปเรขาคณิต

จุดมุ่งหมาย

1. มีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร
2. สามารถสร้างใบงานที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตรได้

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. ครูและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร ให้นักเรียนแต่ละคนเล่าถึงเรื่องที่พบในวันนี้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร

2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5 กลุ่มๆละ 6 คน สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคิดใบงานที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร บันทึกในใบงาน 8

3. ตัวแทนกลุ่มทุกกลุ่มนำเสนอผลงาน และทำผลงานส่งครู

4. ครูแจกผลงานของแต่ละกลุ่มสลับให้กลุ่มอื่นทดลองทำ เช่น ผลงานของกลุ่ม 1 ส่งให้กลุ่ม 2 ทำ ผลงานของกลุ่ม 2 ส่งให้กลุ่ม 3 ทำ เป็นต้น บันทึกในใบงาน 9

5. นำเสนอใบงานที่มาจากเพื่อนต่างกลุ่ม

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร
2. ใบงาน 8
3. ใบงาน 9

การวัดและประเมินผล

1. จากการร่วมกิจกรรม
2. จากการนำเสนอผลงาน
3. จากการทำใบงาน

ใบงาน 8

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างใบงานขึ้นมา 1 ใบงาน โดยใช้รูปเรขาคณิต และรูปสมมาตรเป็นส่วนประกอบ เพื่อให้เพื่อนต่างกลุ่มทำ

ใบงาน 9

ลองทำดูหนูทำได้ ช่วยกันทำใบงานของเพื่อนต่างกลุ่ม

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 7

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง ความหมาย จุดมุ่งหมายในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ เวลา 2 คาบ

สาระการเรียนรู้

การทำโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อที่จะศึกษาด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาคอยแนะนำ

จุดมุ่งหมาย

1. นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงงานคณิตศาสตร์
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับโครงงานไปปฏิบัติได้จริง

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญและปัญหาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ และแนวทางแก้ไขปัญหา
2. ครูแจกใบความรู้ 1 เรื่องโครงงาน (ให้นักเรียนศึกษา)
3. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน ครูแจกใบงาน นักเรียนร่วมกันอภิปรายและทำใบงาน 10
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานจากใบงาน

สื่อ-อุปกรณ์

1. ใบความรู้ 1
2. ใบงาน 10

การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตจากการจัดระบบในการทำงานกลุ่ม
3. จากการทำใบงาน

ใบความรู้ 1

ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาปัญหาที่ตนเองสนใจ ต้องการคำตอบ และลงมือทำด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การตั้งคำถาม ข้อสงสัยที่ตั้งเอาไว้ วางแผนลงมือทำและสรุป นำเสนอผลงานที่ได้ โดยครูคอยให้คำแนะนำ

จุดมุ่งหมายในการทำโครงงานคณิตศาสตร์

เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผสมผสานกับทักษะแก้ปัญหาเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่างๆเข้าด้วยกัน การนำเสนอผลงานที่เกิดจากความคิดของผู้เรียนและฝึกการทำงานร่วมกัน

ใบงาน 10

จากการศึกษาใบความรู้แล้ว นักเรียนคิดอย่างไรกับการทำโครงงานคณิตศาสตร์

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 8

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ **เวลา 2 คาบ**

สาระการเรียนรู้

ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา เรื่องที่สนใจ ตั้งสมมติฐาน วางแผนกำหนดขั้นดอนการทำงานปฏิบัติตามขั้นตอน สรุปรายงานผล

จุดมุ่งหมาย

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจขั้นตอนการทำโครงงาน
2. นักเรียนสามารถนำขั้นดอนโครงงานไปปฏิบัติจริงได้
3. มีความเชื่อมั่นและกระตือรือร้นในการทำงาน

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนหยิบรูปเรขาคณิตที่ครูแจกเพื่อแบ่งกลุ่ม 5 กลุ่มๆละ 6 คน ตั้งชื่อกลุ่ม โดยมีความสัมพันธ์กับรูปเรขาคณิต

2. ตัวแทนกลุ่มรับใบความรู้ 2 ศึกษาและร่วมกันอภิปราย ครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

3. สมาชิกในกลุ่มปรึกษากัน พร้อมกับทำใบงาน 11

4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานจากใบงาน

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปทรงเรขาคณิตรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี รูปห้าเหลี่ยม
2. ใบความรู้ 2
3. ใบงาน 11

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการจัดระบบการทำงาน

ใบความรู้ 2

ขั้นตอนการจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ การทำโครงงานเป็นการทำกิจกรรมต่อเนื่อง มีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ดังนี้

1. การคัดและเลือกหัวข้อเรื่อง หัวข้อเรื่องควรเฉพาะเจาะจงอย่างชัดเจน โดยมาจากปัญหา คำถาม ความอยากรู้ อยากเห็น
2. การวางแผนการทำงาน รวมถึงการเขียนเค้าโครง ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ขอคำแนะนำจากครู สำรวจอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและจึงนำเสนอครูที่ปรึกษา
3. การลงมือทำโครงงานตามแผนที่วางไว้อาจเปลี่ยนแปลงได้ถ้าคิดว่าทำให้ผลงานดีขึ้น
4. การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่อ่านง่ายชัดเจน และครอบคลุมความสำคัญของการทำโครงงาน
5. การนำเสนอผลงาน ทำได้หลายรูปแบบ เช่น การเขียนรายงาน การเล่าเรื่อง สถานการณ์จำลอง การสาธิต การแสดงบทบาทสมมุติ การจัดนิทรรศการ

ใบงานที่ 11

จากการศึกษาใบความรู้ แล้วนักเรียนคิดว่าขั้นตอนการทำโครงงานมีประโยชน์อย่างไร

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 9

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง การคิดหัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์ **เวลา 2 คาบ**

สาระการเรียนรู้

หัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์ ส่วนมากจะได้มาจากว่าอยากศึกษาอะไร ทำไมจึงอยากศึกษา หัวข้อมักได้มาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของผู้เรียน

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์กับเนื้อหาในการทำโครงงาน
2. เพื่อให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่ต้องการและนำเสนอได้
3. เพื่อให้นักเรียนมีระเบียบวินัยในการทำงานและมีการทำงานที่เป็นระบบ

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 6 คน
2. นักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับลักษณะของรูป และชื่อของรูปเรขาคณิต แล้วช่วยกันตั้งชื่อกลุ่มของตนเอง
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงไปถึงสิ่งธรรมชาติรอบตัว ช่วยกันศึกษาและคิดว่าสิ่งใดที่สมาชิกในกลุ่มต้องการรู้เพิ่มเติมความรู้เดิม
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงาน เพื่อนๆกลุ่มอื่นช่วยกันเพิ่มเติมหรือเสนอข้อคิดเห็นเพื่อช่วยเพิ่มเติมข้อมูล ครูให้คำชมเชยทั้งกลุ่มที่นำเสนอผลงาน และกลุ่มที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อมูลเพิ่มเติม
5. แต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ บันทึกในใบงาน 12

สื่อ-อุปกรณ์

1. รูปทรงเรขาคณิต
2. รูปเรขาคณิต
2. ใบงาน 12

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
2. จากการทำงานกลุ่มร่วมกัน
3. จากหัวข้อโครงงานคณิตศาสตร์

ใบงาน 12

เค้าโครงงานคณิตศาสตร์

กลุ่ม.....

ชื่อโครงงาน .....

ชื่อผู้ทำโครงงาน 1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน.....

ความเป็นมา.....

.....

จุดมุ่งหมาย.....

.....

.....

วิธีดำเนินงาน/ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.....

2.....

3.....

4.....

ผลที่คาดว่าจะได้รับ .....

.....

.....

เอกสารอ้างอิง.....

.....

.....

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 10

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3
เรื่อง การลงมือทำโครงงานคณิตศาสตร์ เวลา 6 คาบ

สาระการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนมีโครงงานที่ผ่านการนำเสนอแล้วก็สามารถลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้

จุดมุ่งหมาย

1. นักเรียนทำงานตามขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้
2. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย
3. นักเรียนมีระเบียบวินัยในการทำงานและมีการทำงานที่เป็นระบบ

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนแบ่งความรับผิดชอบกันในการทำงาน
2. ครูคอยดูแลการทำงานของแต่ละกลุ่ม และให้ข้อเสนอแนะพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงาน
3. แต่ละกลุ่มสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำงานตามโครงงานคณิตศาสตร์ บันทึกในใบงาน 13
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดแก้ปัญหา ครูให้คำแนะนำ

สื่อ-อุปกรณ์

1. ตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์
2. ใบงาน 13

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
2. จากการทำงานร่วมกัน
3. สังเกตจากการจัดระบบในการทำงานกลุ่ม

ใบงาน 13

ปัญหาที่พบขณะทำโครงงานคณิตศาสตร์และวิธีแก้ไข

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 11

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง การเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ **เวลา 2 คาบ**

สาระการเรียนรู้

การเขียนรายงานโครงงาน เป็นวิธีสื่อความหมายวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงความคิด วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆเกี่ยวกับโครงงานนั้น การเขียนรายงานโครงงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญๆ ทั้งหมดของโครงงาน

จุดมุ่งหมาย

1. ทำงานตามขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้
2. เขียนโครงงานคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามกลุ่มโครงงานคณิตศาสตร์
2. นักเรียนศึกษาใบความรู้ 3 แล้วศึกษาการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์จากตัวอย่างที่ครูทำมาได้
3. นักเรียนทดลองเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ ครูคอยให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ

สื่อ-อุปกรณ์

1. ใบความรู้ 3
2. ตัวอย่างการเขียนโครงงานคณิตศาสตร์

การวัดและการประเมินผล

1. จากการร่วมกิจกรรม
2. จากการเขียนรายงาน

ใบความรู้ 3

รูปแบบการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ปกหน้า ประกอบด้วย
   - ชื่อเรื่อง ชื่อผู้ทำโครงงาน ชั้น ปีการศึกษา ชื่อครูที่ปรึกษาโครงงาน
2. บทคัดย่อ
   - เนื้อหากระทัดรัดแต่ครอบคลุมประเด็นสำคัญ
3. สารบัญ
4. บทนำ
   - ทำไมถึงทำโครงงานนี้
   - จุดมุ่งหมายของโครงงาน
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน
   - กระบวนการ วิธีการ
   - ลักษณะการทำงาน
6. ผลการดำเนินงาน
   - ควรจะมีผลสรุปของการทำโครงงาน
7. การอภิปรายเสนอแนะ
   - เป็นการขยายงาน การแนะนำ การบอกแนวคิดใหม่ๆ ที่สามารถทำเป็นโครงงานได้
8. การอ้างอิงแหล่งค้นคว้า
   - ชื่อผู้แต่ง (ปีที่พิมพ์) ชื่อหนังสือ ชื่อเมืองที่พิมพ์ ชื่อสำนักพิมพ์

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ 12

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นประถมศึกษาที่ 3**

เรื่อง การนำเสนอผลงานโครงงาน **เวลา 2 คาบ**

สาระการเรียนรู้

การนำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงงานเป็นวิธีการที่ จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานนั้น การนำเสนอผลงาน อาจทำได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับประเภทของโครงงาน เนื้อหา เวลา ระดับของผู้เรียน สิ่งที่สำคัญคือ พยายามทำให้การแสดงผลงานนั้น ดึงดูดความสนใจของผู้ชม มีความชัดเจนเข้าใจง่าย และมีความถูกต้องของเนื้อหา

จุดมุ่งหมาย

1. นำเสนอผลงานโครงการได้ถูกต้อง ทั้งด้านเนื้อหา ความรู้และการทำงานที่เป็นระบบ
2. มีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องรูปเรขาคณิต

ขั้นตอนการจัดประสบการณ์

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานโครงงานคณิตศาสตร์มานำเสนอ โดยใช้เวลากลุ่มละไม่เกิน 8 นาที

2. แต่ละกลุ่มเล่าปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งวิธีการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สื่อ-อุปกรณ์

ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. จากการเข้าร่วมกิจกรรม
3. จากการนำเสนอผลงาน
4. จากการตรวจรายงานโครงงาน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุกัญญา วุฒิรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	21 กรกฎาคม 2512
สถานที่เกิด	อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	4 หมู่ที่ 1 ตำบลเขาซก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	รองผู้อำนวยการโรงเรียนระยองปัญญานุกูล
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนระยองปัญญานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2531	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2536	คบ. วิชาเอกการศึกษาพิเศษ วิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2547	กศ.ม. วิชาเอกการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ