

# Ny teknik => Ny pedagogik?

- Om datorbaserade laborationer (MBL) i naturvetenskaplig undervisning.

**Jonte Bernhard**

Linköpings Universitet, Campus Norrköping, Norrköping

E-mail: [jonbe@itn.liu.se](mailto:jonbe@itn.liu.se), Hemsida: [www.itn.liu.se/~jonbe](http://www.itn.liu.se/~jonbe)

Detta arbete har delvis genomförts med finansiellt stöd från  
Högskoleverket, Rådet för Högskoleutbildning.

**Bengt Johansson (1981): Krafter vid rörelse.  
Teknologers uppfattningar av några  
grundläggande fenomen inom mekaniken:**

- Intervjuade 1978 30 första års teknologer på Chalmers innan deras första mekanik-kurs
- endast 2 av de 30 teknologer som intervjuades gav "Newtonianska" svar på samtliga fyra behandlade fenomen
- Hans slutsats: "Endast ett fåtal har alltså i grunden tillägnat sig den s k klassiska mekanikens sätt att se på föremål i rörelse"

Frågorna 11-13 hänför sig till ett mynt som kastas rakt upp i luften. Efter det att myntet har släppts rör sig myntet uppåt, når sin högsta punkt och faller sedan nedåt. Använd en av följande val (A till G) för att indikera den kraft som verkar på myntet för varje fall som beskrivs nedan. Om du anser att inget svar är korrekt, så ange svarsalternativ J. **Försumma varje effekt som kan bero på luftmotstånd.**

- A. Kraften är riktad neråt och konstant.
- B. Kraften är riktad neråt och ökande.
- C. Kraften är riktad neråt och minskande.
- D. Kraften är noll.
- E. Kraften är riktad uppåt och konstant.
- F. Kraften är riktad uppåt och ökande.
- G. Kraften är riktad uppåt och minskande.

\_\_\_\_\_11. Myntet rör sig uppåt efter det att det har kastats rakt uppåt..

\_\_\_\_\_12. Myntet har nått sin högsta punkt.

\_\_\_\_\_13. Myntet rör sig nedåt.

Frågorna 30-34 hänför sig till en kollision mellan en lastbil och en personbil. För varje beskrivning av en kollision (30-34) nedan, välj det svarsalternativ från alternativen A till J som bäst beskriver storleken på krafterna mellan personbil och lastbil.

- A. Lastbilen utövar en större kraft på bilen, än vad som bilen utövar på lastbilen.
- B. Bilen utövar en större kraft på lastbilen, än vad som lastbilen utövar på bilen.
- C. Ingen bil utövar någon kraft på den andre, bilen blir kvaddad helt enkelt eftersom den kom ivägen för lastbilen.
- D. Lastbilen utövar en kraft på bilen, men bilen utövar ingen kraft på lastbilen..
- E. Lastbilen utövar lika stor kraft på bilen, som bilen utövar på lastbilen.
- F. Uppgiften innehåller inte tillräckligt med information för att kunna avgöra vilket svarsalternativ som är korrekt.
- J. Inget av svarsalternativen ovan beskriver situationen på ett korrekt sätt.

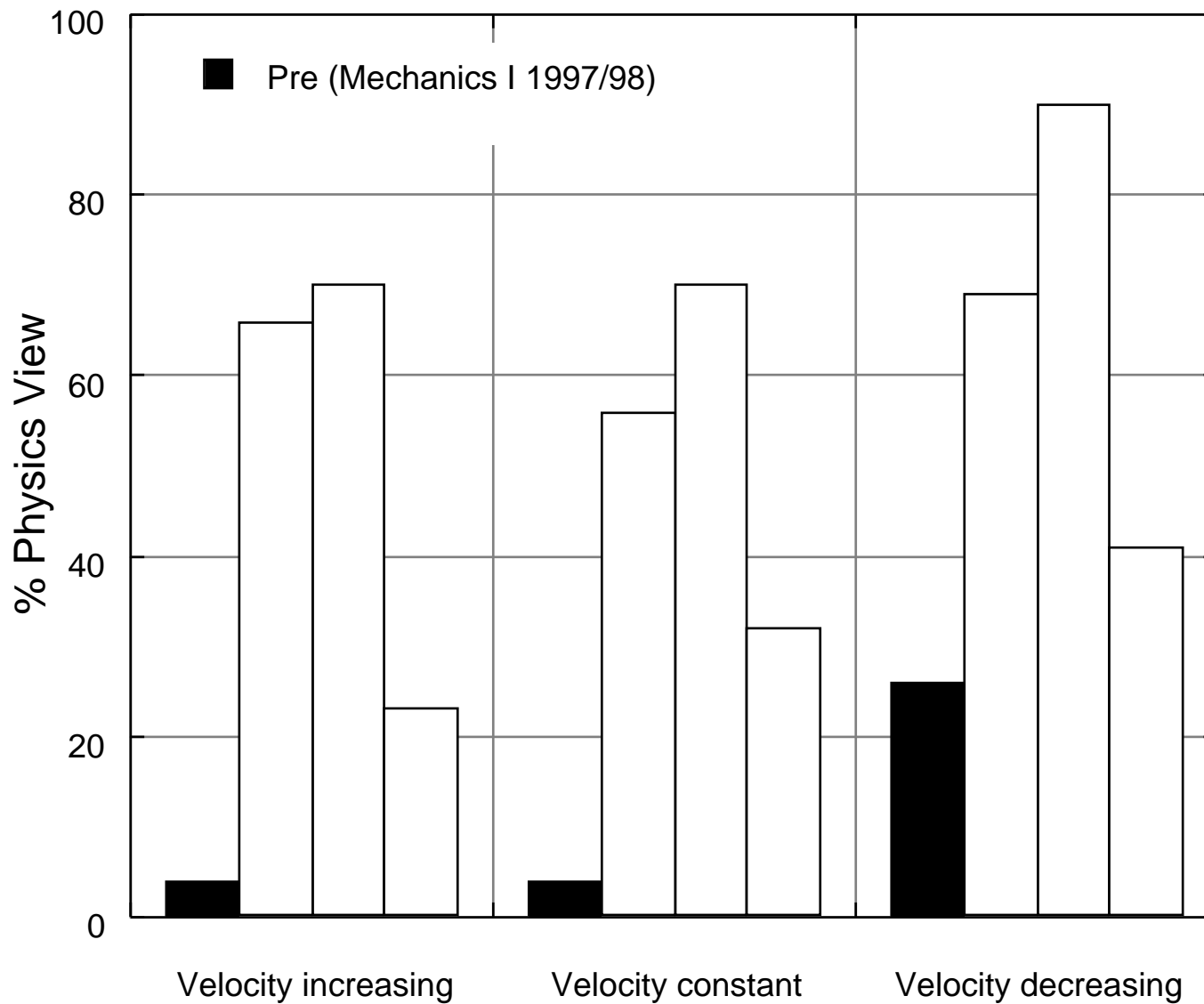
*I frågorna 30 till 32 så är lastbilen mycket tyngre än bilen.*



- \_\_\_\_\_30. De rör sig båda med samma hastighet när de kolliderar. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?
- \_\_\_\_\_31. Bilen rör sig mycket snabbare än den tyngre lastbilen när de kolliderar. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?
- \_\_\_\_\_32. Den tyngre lastbilen står stilla när bilen kör in i denna. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?

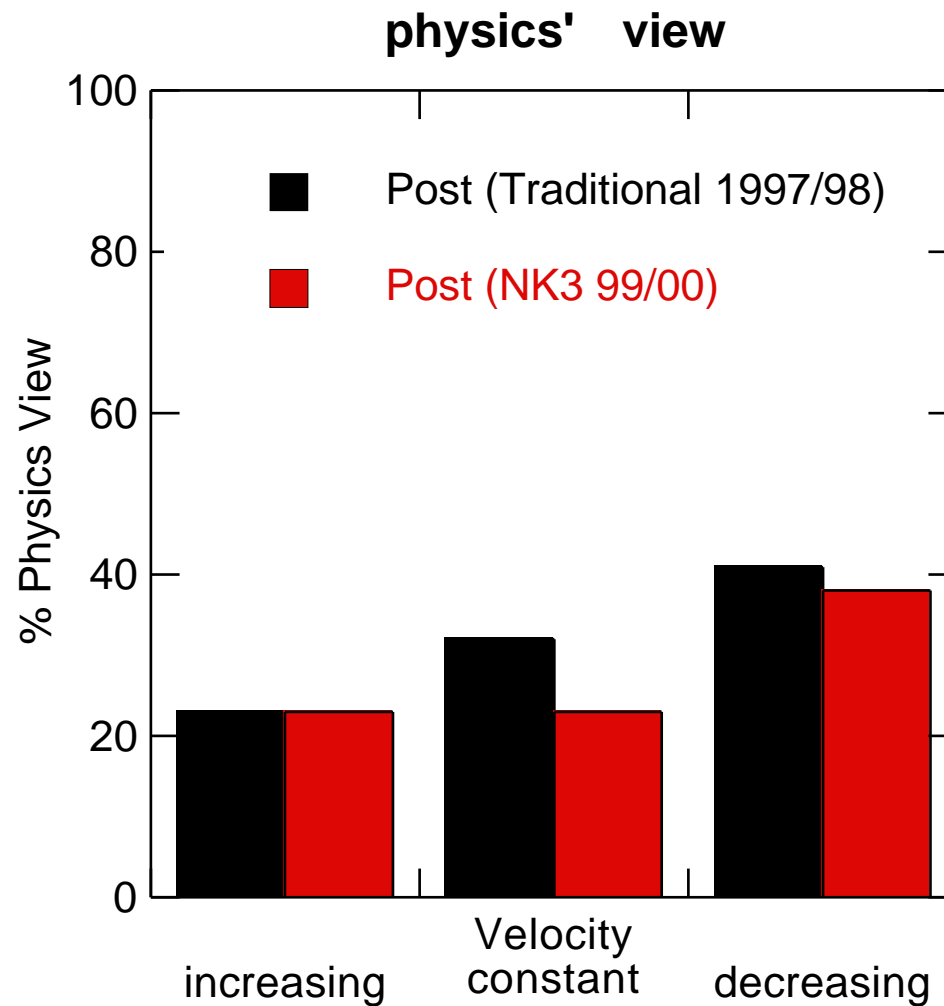
# Första års teknologerna har **inte** en "Newtoniansk" syn på rörelse.

Pre = Pre-test = innan kursstart



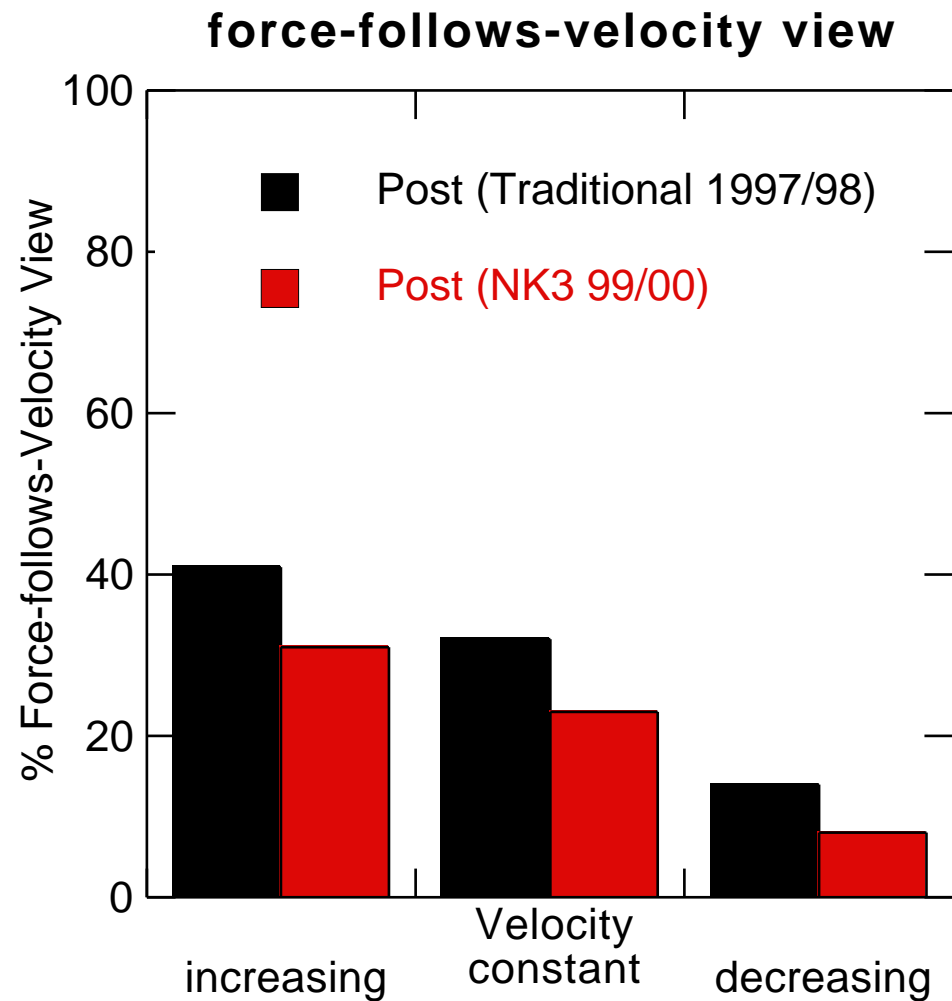
(Bernhard 1998)

# Andel teknologer som omfattar en "Newtoniansk" syn på rörelse efter några olika grundläggande mekanik eller fysik-kurser



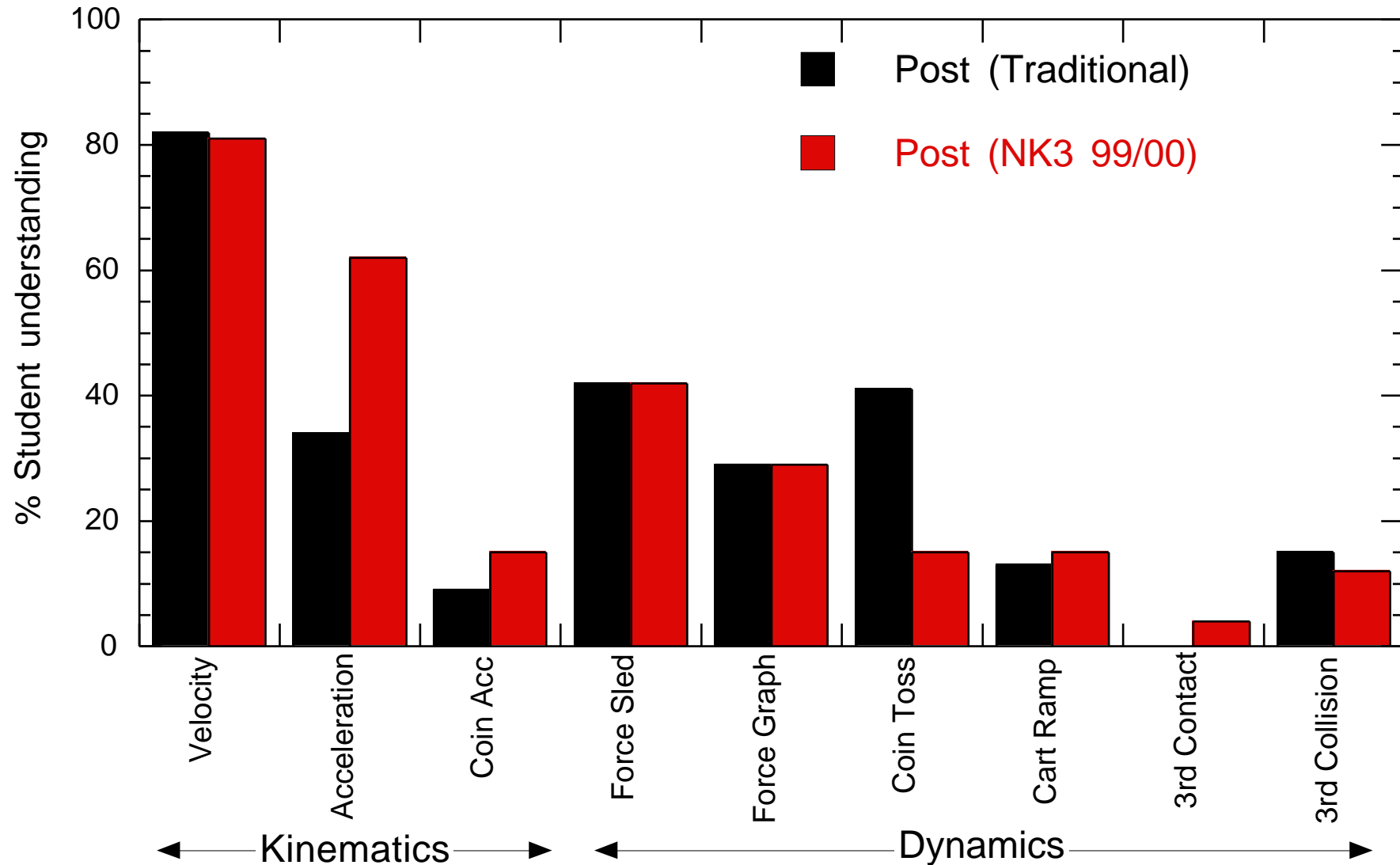
(Bernhard 1998 – 99)

# Även efter studier på högskolenivå tror ungefär lika många studenter på Aristoteles som på Newton!



(Bernhard 1998 – 99)

# Förståelsen av Dynamik är dålig efter högskolestudier!



(Utvärdering med FMCE-testet Bernhard 1998 – 99)

# Varför?

- Studenterna har ~20 års erfarenhet av den ”verkliga” världen
- Studenterna har skaffat sig starka ”mentala modeller” – ”vardagsföreställningar”
- De är **inte** oskrivna blad – förföreställningar
- Det är mycket svårt att ändra en etablerad ”mental modell”
- Ny ”kunskap” läggs till de gamla föreställningarna utan att ändra på eller ersätta dessa

## Some advantages of Microcomputer Based Labs (MBL)

- Real-time display of experimental results and graphs
- Direct connection between the real experiment and the abstract representation
- New types of lab experiments facilitating better student learning can be developed using the educational advantage of MBL
- In MBL students do **real** experiments, not simulated ones.
- To take full advantage of MBL the educational implementation is important, not the technology! Active engagement is important!

# MBL can be used as

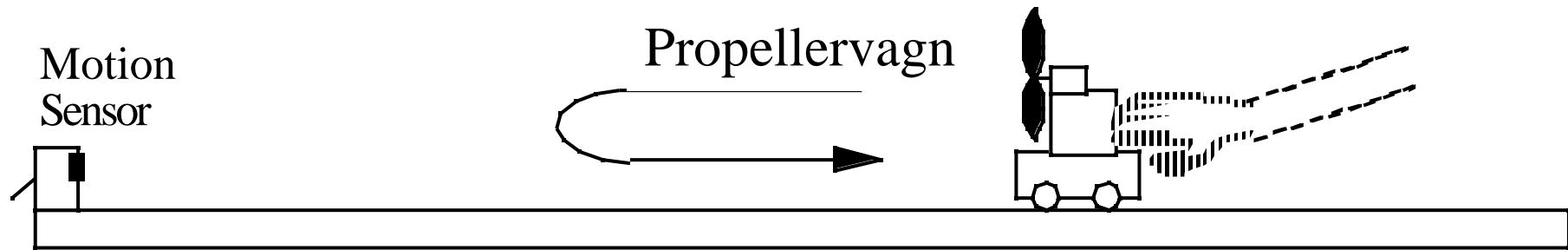
- digital voltmeter
- data-logger
- triple-trace digital storage oscilloscope with differential inputs
- timer
- digital frequency counter
- spectrum analyser
- radiation monitor
- DC power source
- function generator.

# Förbättrad inläring med datorstödda laborationer i Mekanik

(Läroarstuderande respektive blivande civilingenjörer)

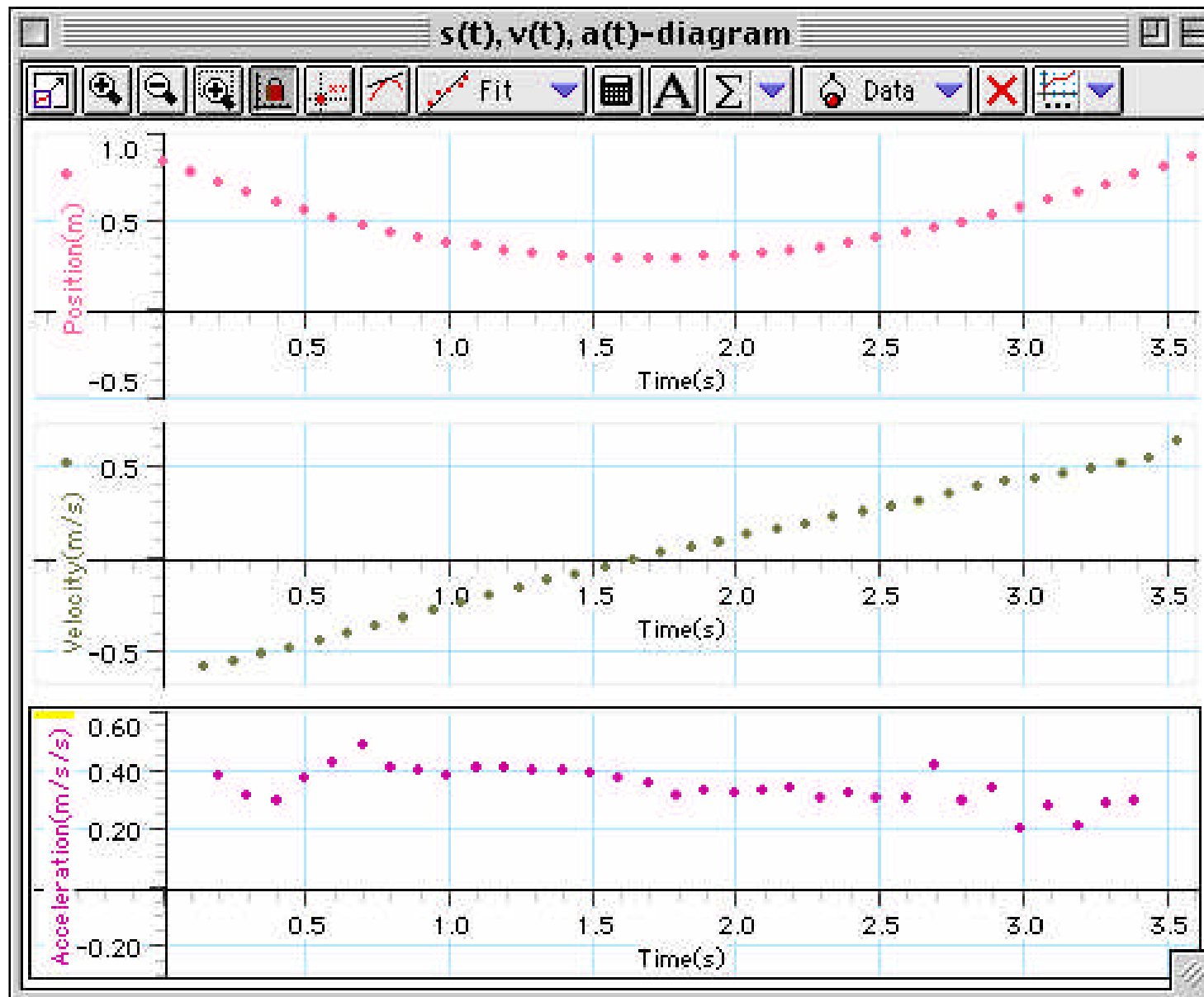
- Studerandeaktiva laborationer med utnyttjande av datorstödd mätteknik (Microcomputer Based Laboratory). Fokus på begrepp och samband. Större vikt på kinematik än vad som är traditionellt. Ny typ av laborationer utvecklades.
- Studenternas förföreställningar möttes t ex genom krav på förutsägelser innan experimentet ("elicit - confront - resolve")
- Studenterna genomförde experimenten och jämförde resultatet med förutsägelsen ("elicit - confront - resolve") samt diskuterade resultatet. Datorns snabbhet med att visa resultatet i grafisk form är av avgörande pedagogisk betydelse.

Ett typisk experiment i de datorstödda laborationer som har utvecklats.



De flesta studenter tror att accelerationen är i rörelsens riktning och noll då vagnen vänder. Genom att tvinga dem att göra en förutsägelse innan försöket kan denna föreställning mötas.

# Resultat av föregående experiment



## Different cases

- an early implementation of MBL-labs (Preservice teachers 1995/96) in a course for preservice science teachers (grade 4-9).
- an full implementation of MBL-labs (Mechanics I 1997/98 for Engineering students) and some other reforms.
- an implementation (Preservice teachers 1998/99) were only the MBL-technology were used but the labs were "traditional" formula verification labs.
- a revision of Preservice 98/99 (Preservice teachers 99/00) in which the Newton III-lab were revised.
- as comparision the results of traditional courses are included.

## Implementation of MBL Case 1 and 2

(Preservice teachers 1995/96 and Mechanics I 1997/98)

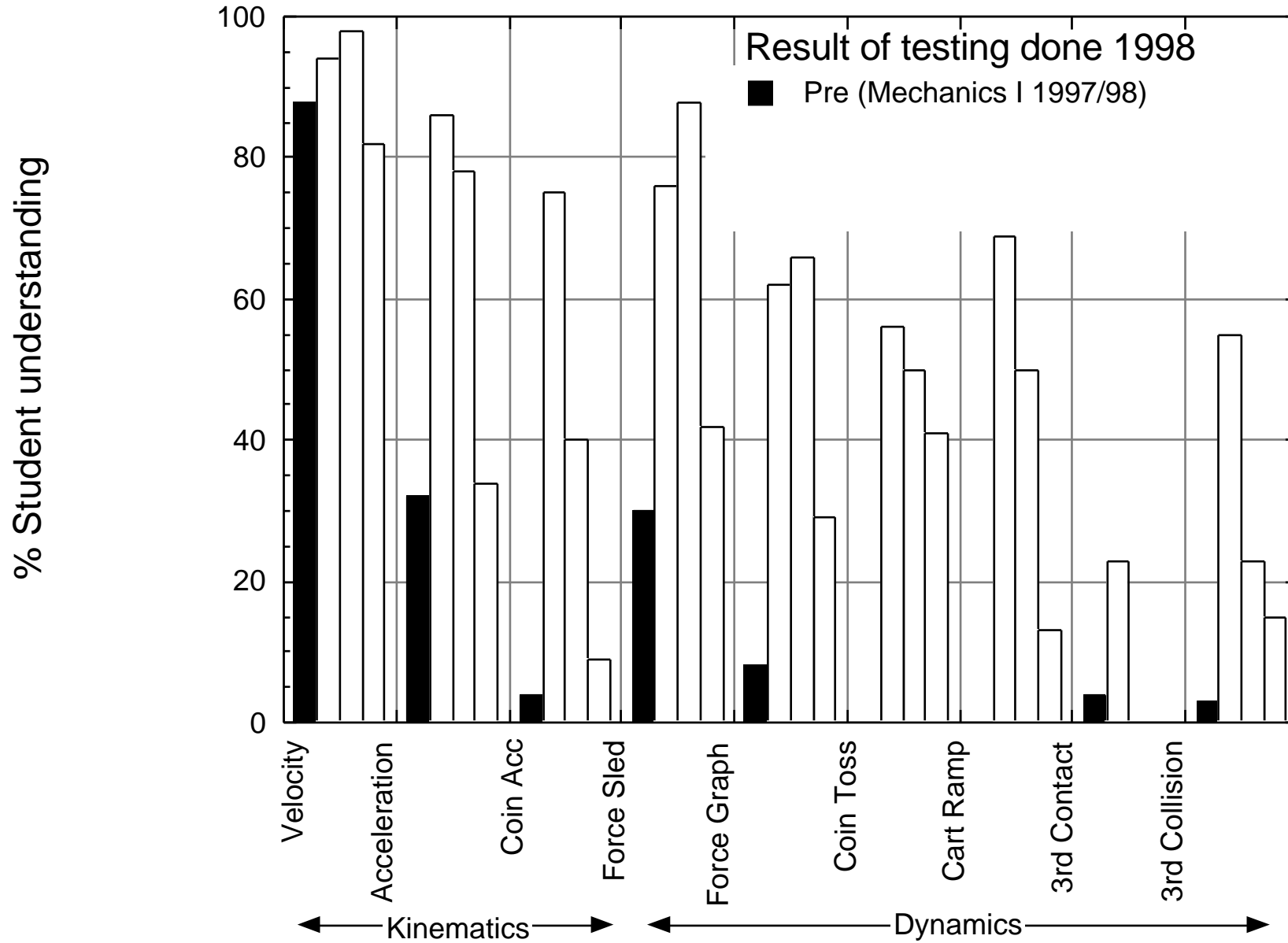
- In both cases were MBL used in active engagement mode and focused on concepts and connections between different concepts. More stress on kinematics than traditional in Sweden.
- students preconceptions were for example addressed by asking the students to make predictions of the outcomes of all experiments (**elicit** - confront - resolve)
- students perform the experiment and compare the outcome with the prediction (**elicit** - **confront** - **resolve**) and discuss the result. At this point the the rapid display of the results by the computer in graphical form is of crucial educational value.

# Force Concept Inventory

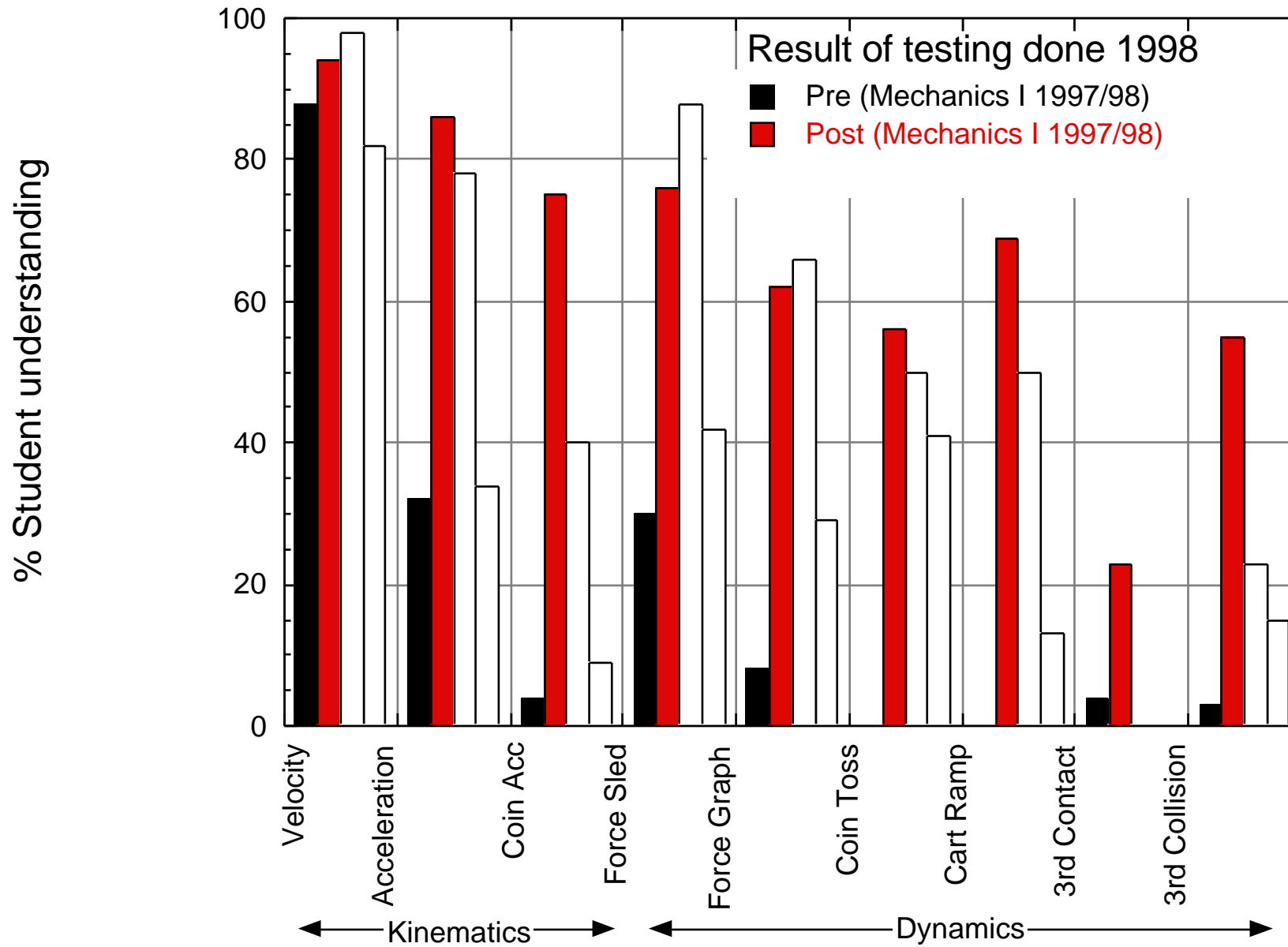
(Mechanics I, Högskolan Dalarna)

Freshman year	Pretest Average	Posttest Average	Gain (G)	Normalised gain (g)
95/96		62% (After advanced Mechanics)		
96/97	52%	64%	12%	25%
97/98 (**)	51%	73%	22%	45%

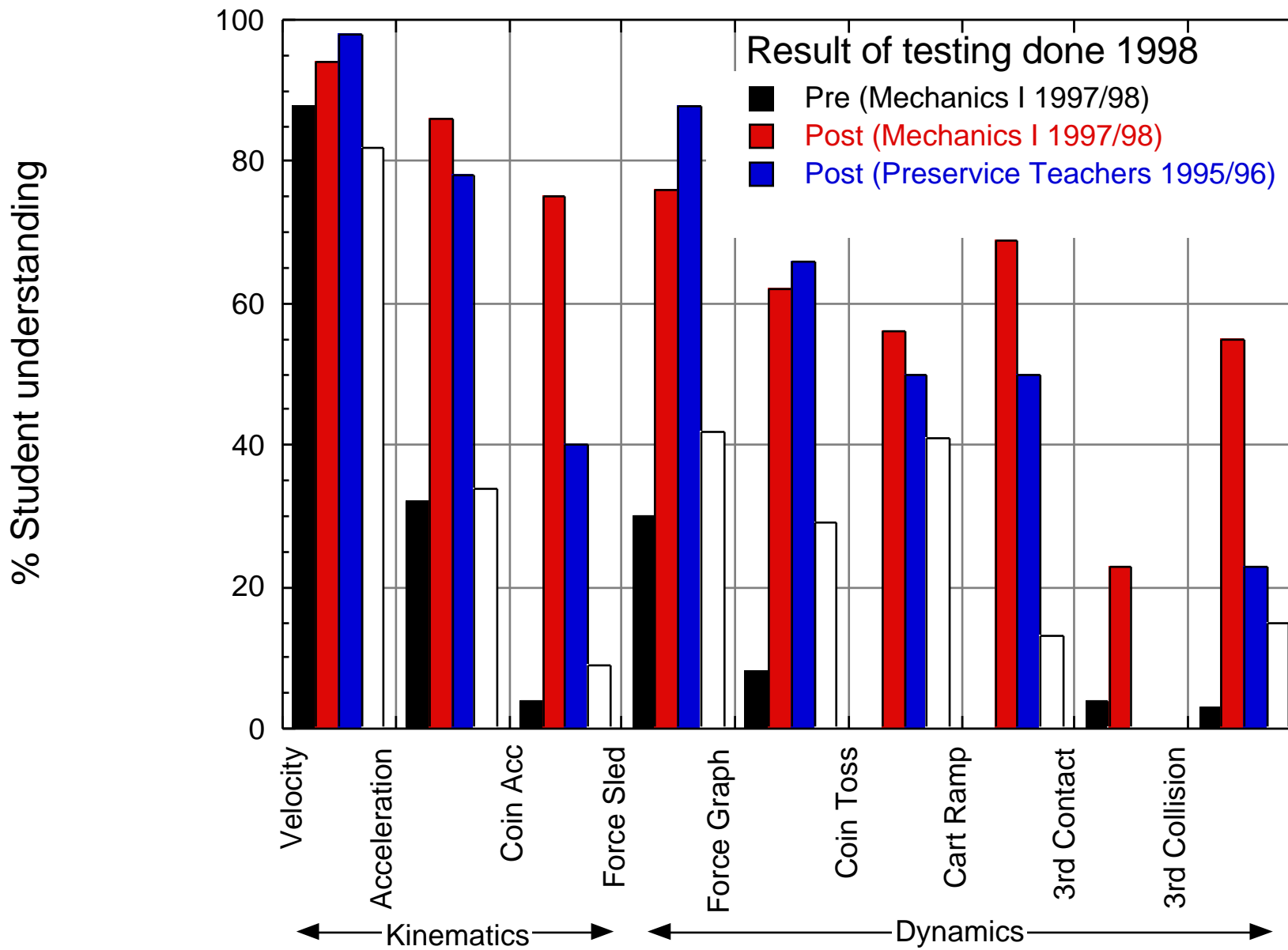
# FMCE-results



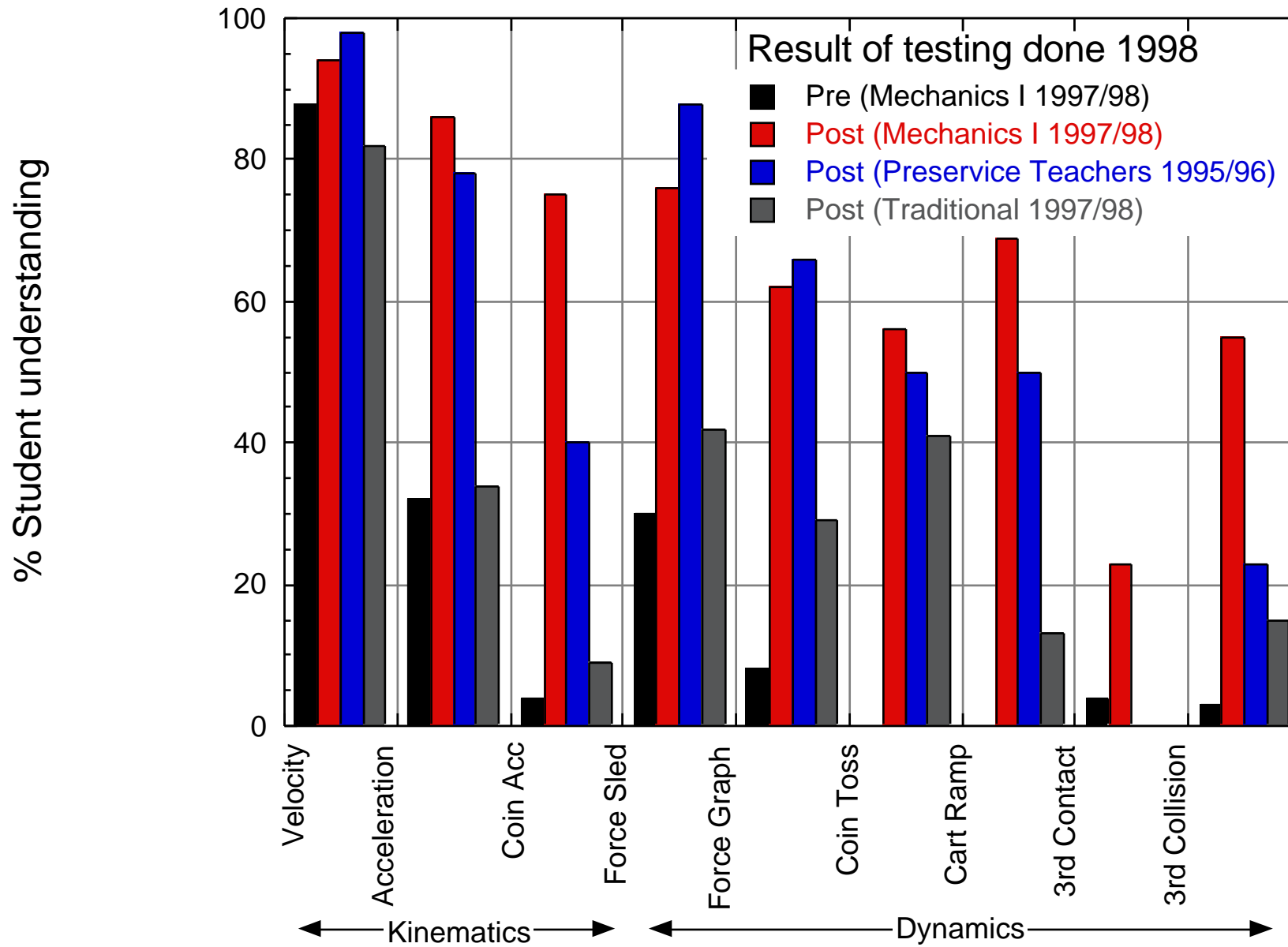
# FMCE-results



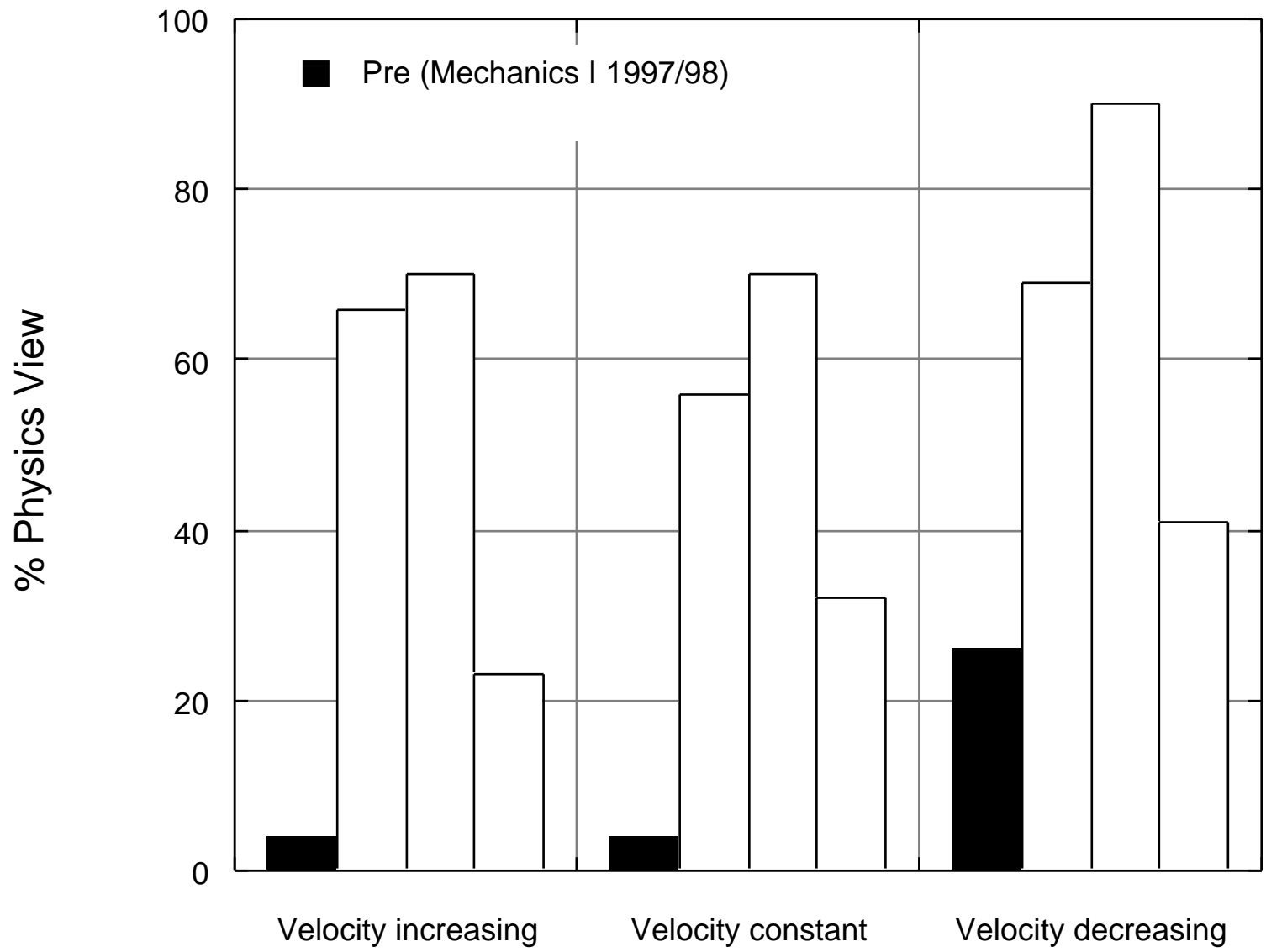
# FMCE-results



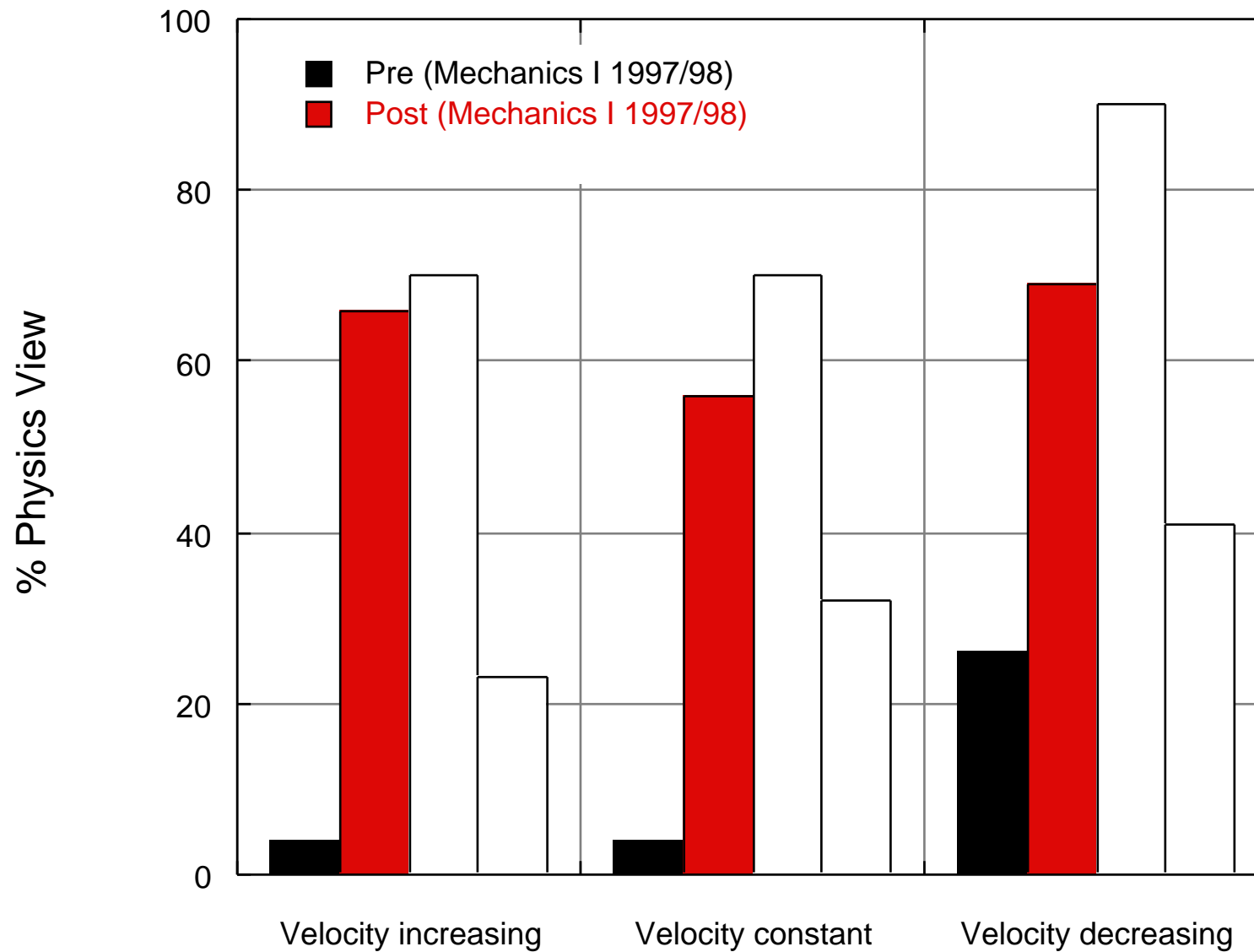
# FMCE-results



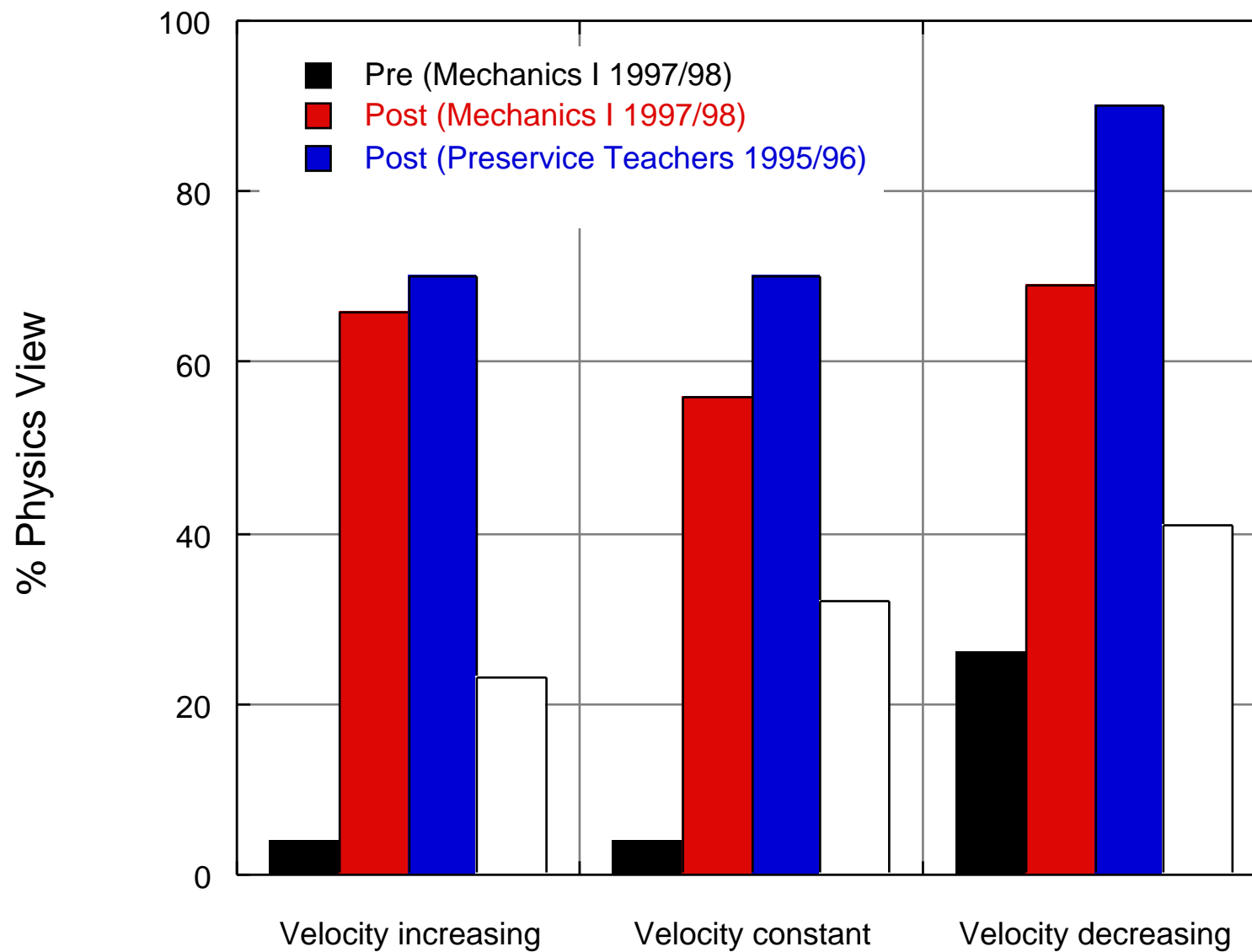
# Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



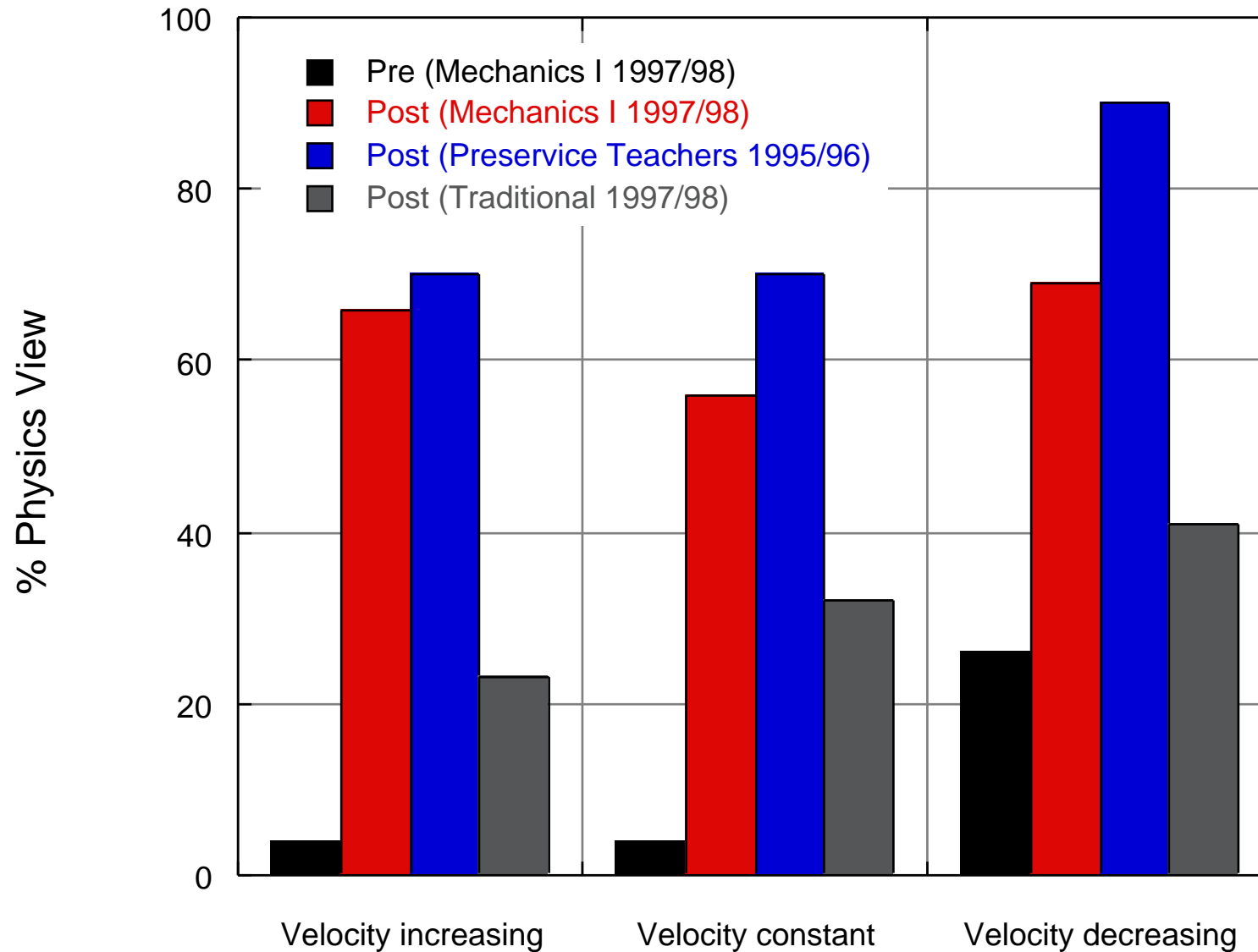
# Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



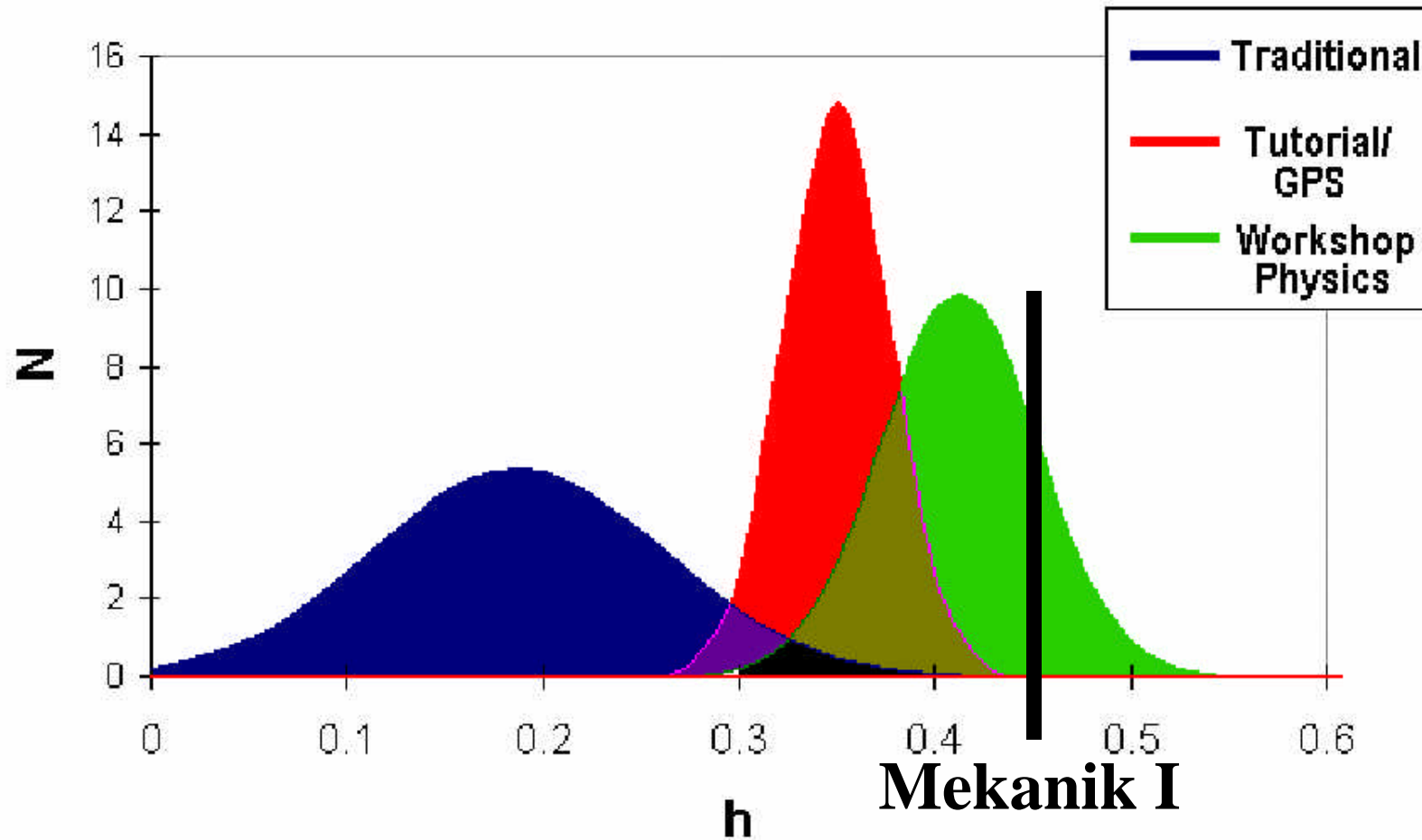
# Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



# Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data (R Thorntons Conceptual Dynamics method)



<b>Teaching Method</b>	<b>Normalised gain (FCI)</b>	<b>Reference</b>
Workshop physics	41%	Saul and Redish 1998
Tutorials in Introductory physics (McDermott style)	35%	Saul and Redish 1998
Group Problem Solving	34%	Saul and Redish 1998
Preservice	~42%	This study
Mechanics I (1997/98)	45%	This study
Traditional	16%	Saul and Redish 1998



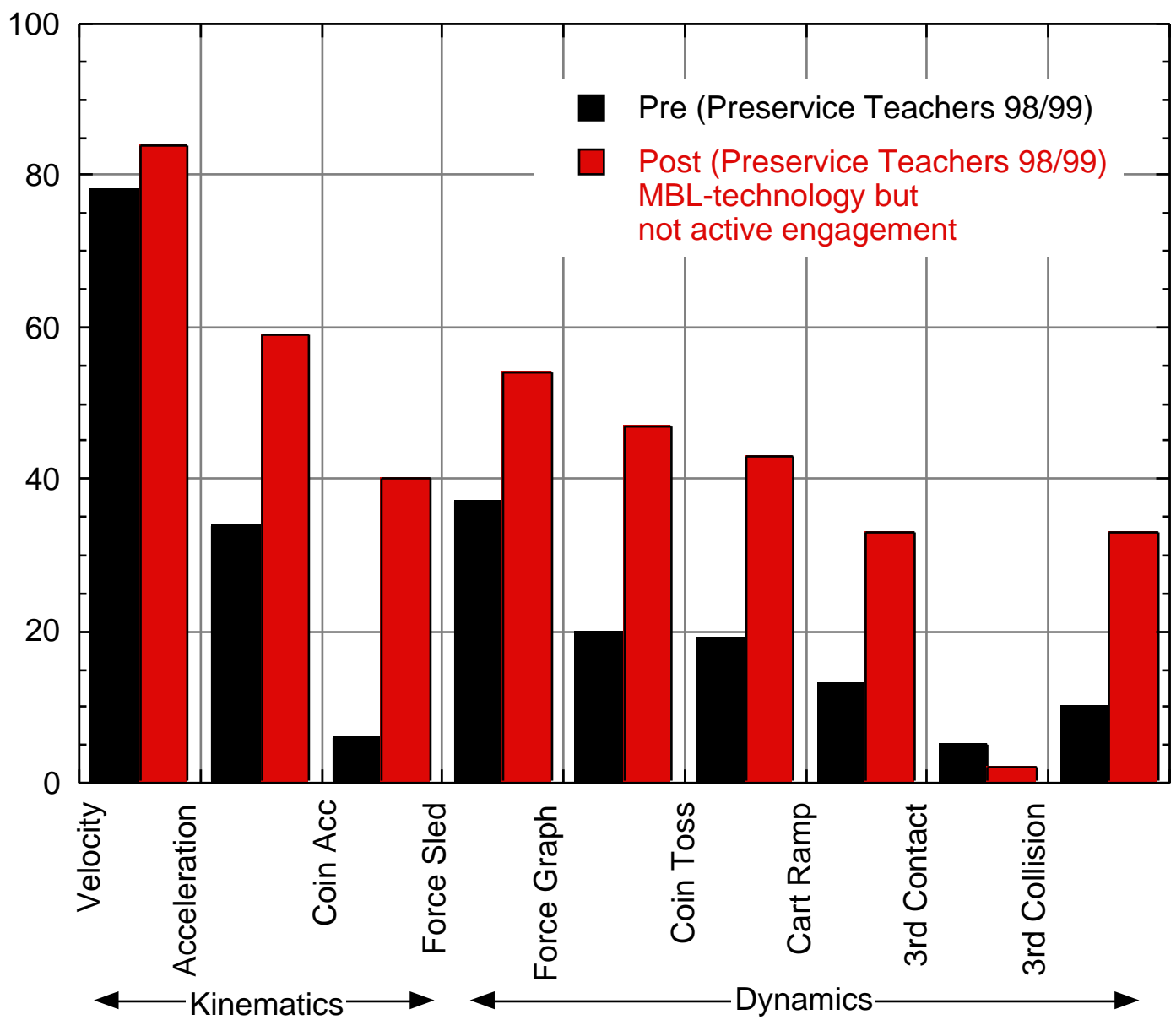
Jämförelse mellan några olika läroångar enligt Force Concept Inventory.  $h = \text{normaliserad ökning} = (\text{eftertest} - \text{förtest}) / (\text{möjlig ökning})$ .

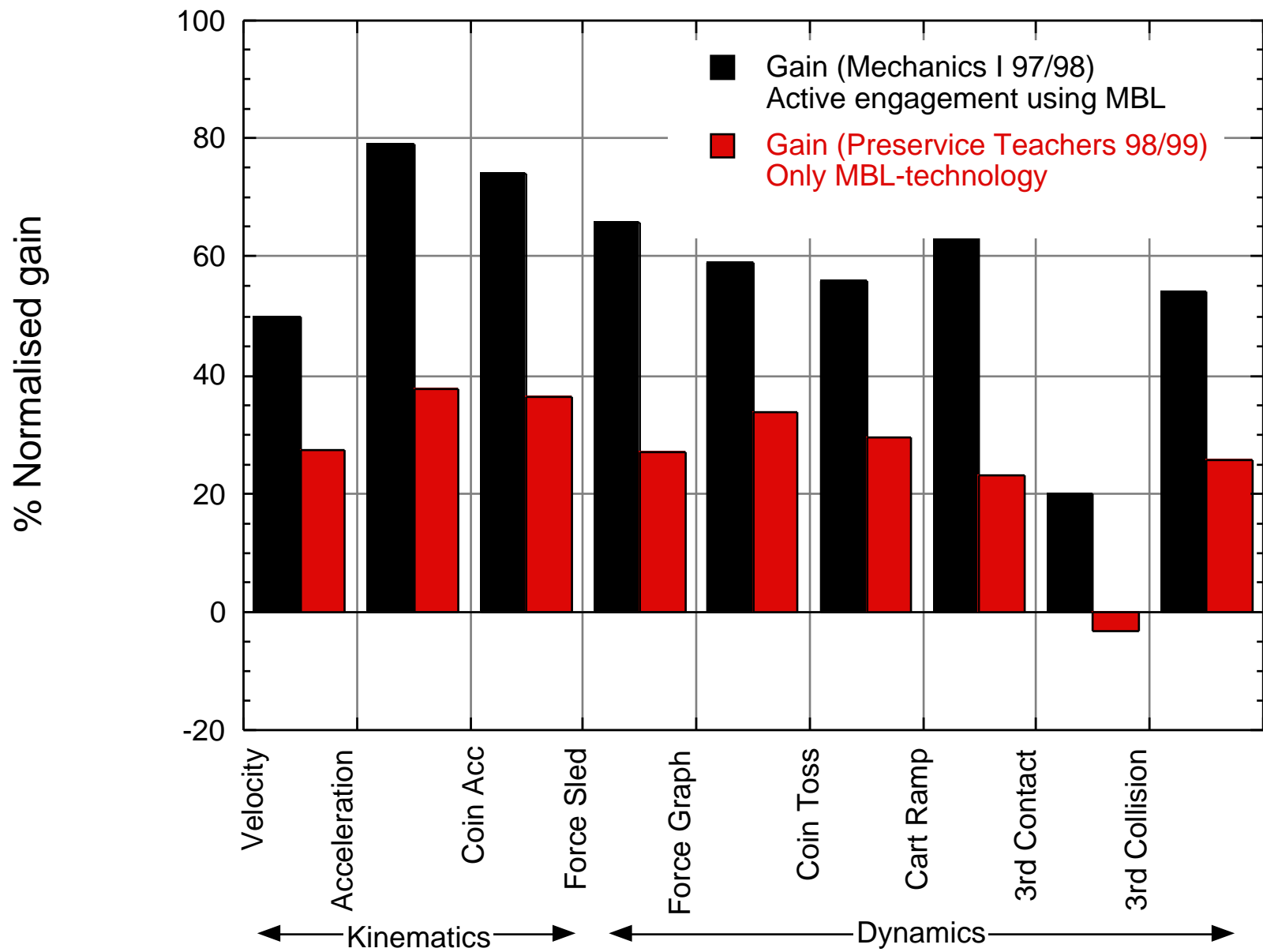
## **Implementation of MBL**

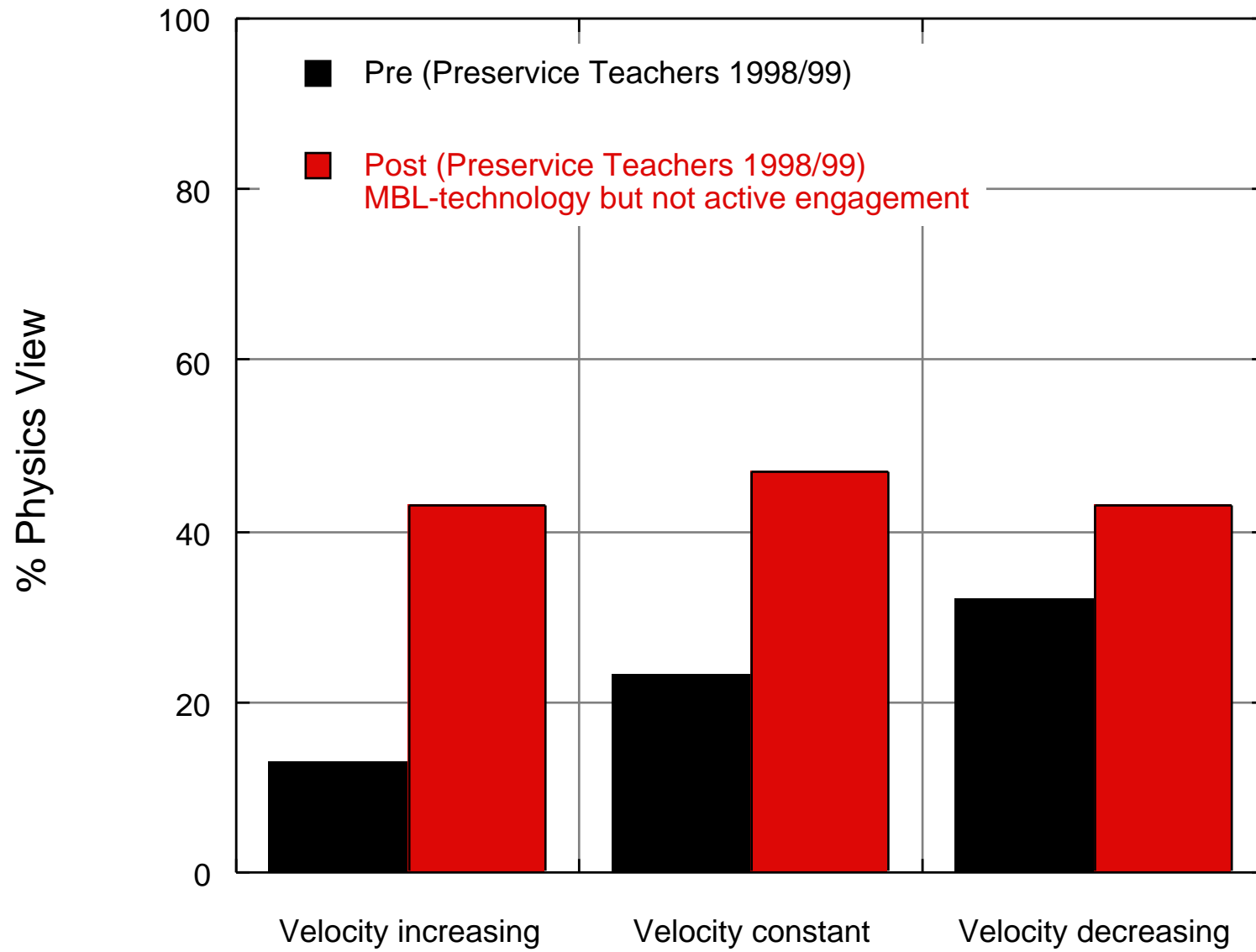
### **Case 3 (Preservice teachers 1998/99)**

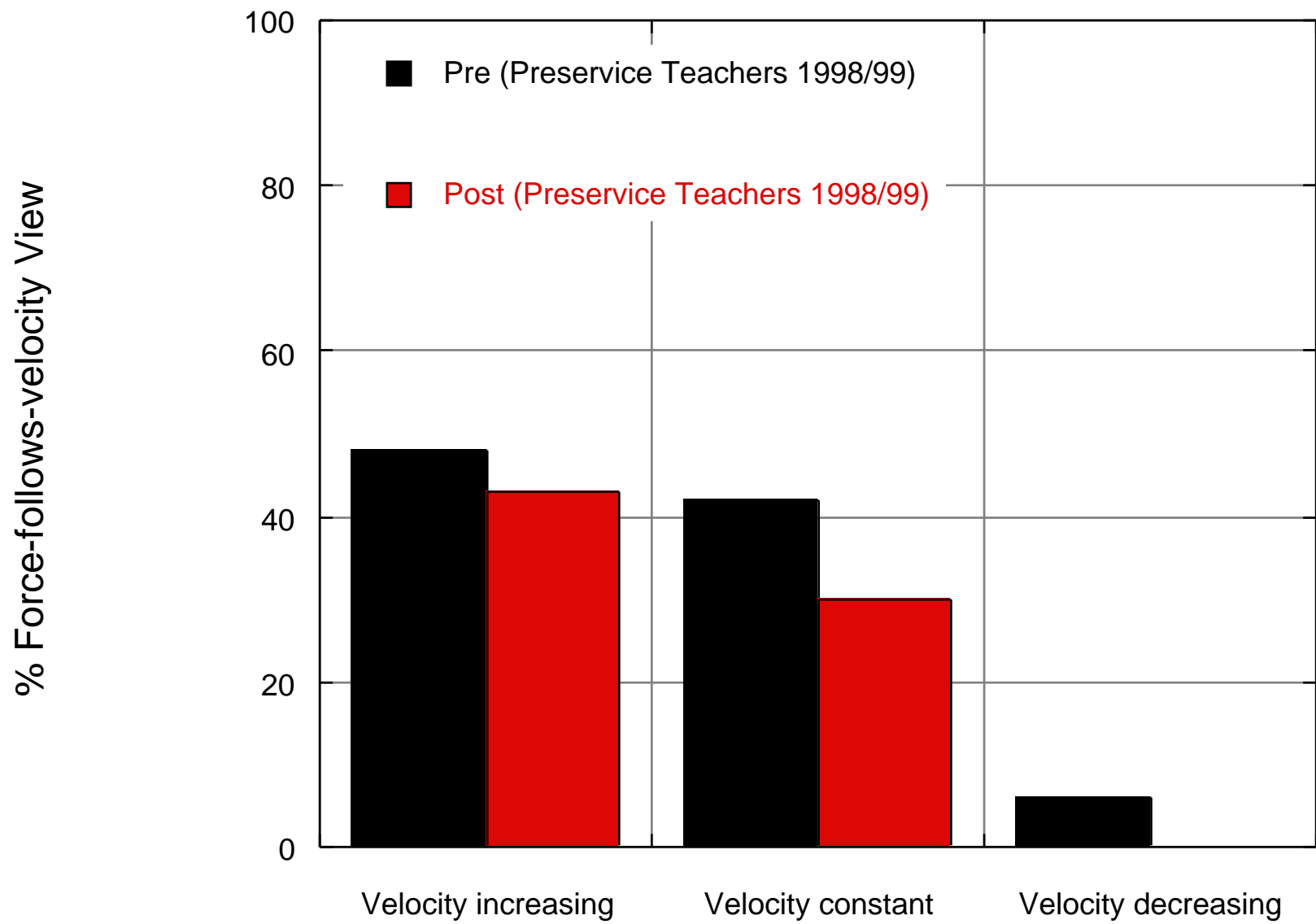
- MBL-technology were used in the labs.
- the original labs were locally  
"improved" and transformed into  
formula verification labs.
- the students were not asked to do any  
predictions.
- no lab on kinematics.

% Student understanding





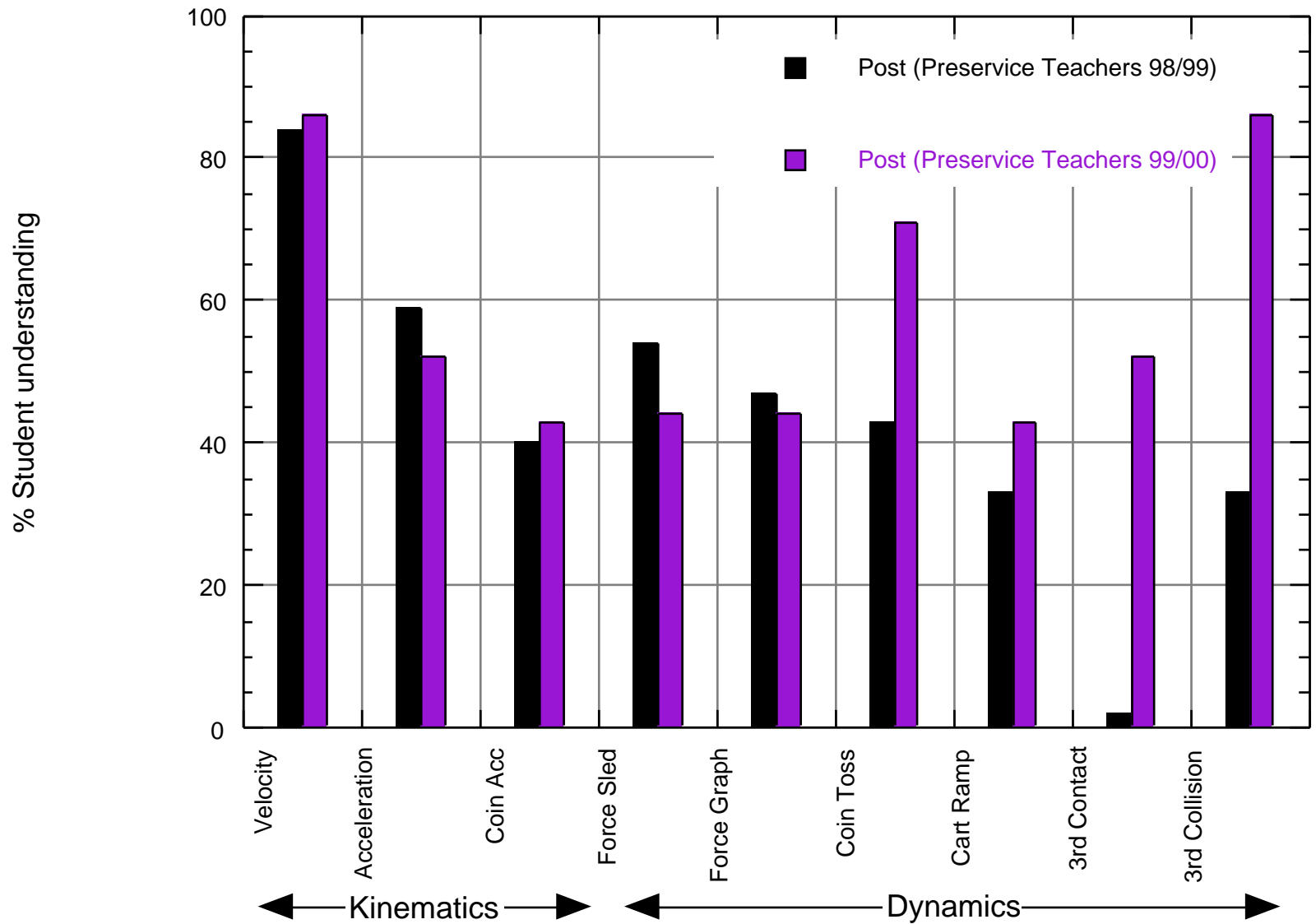


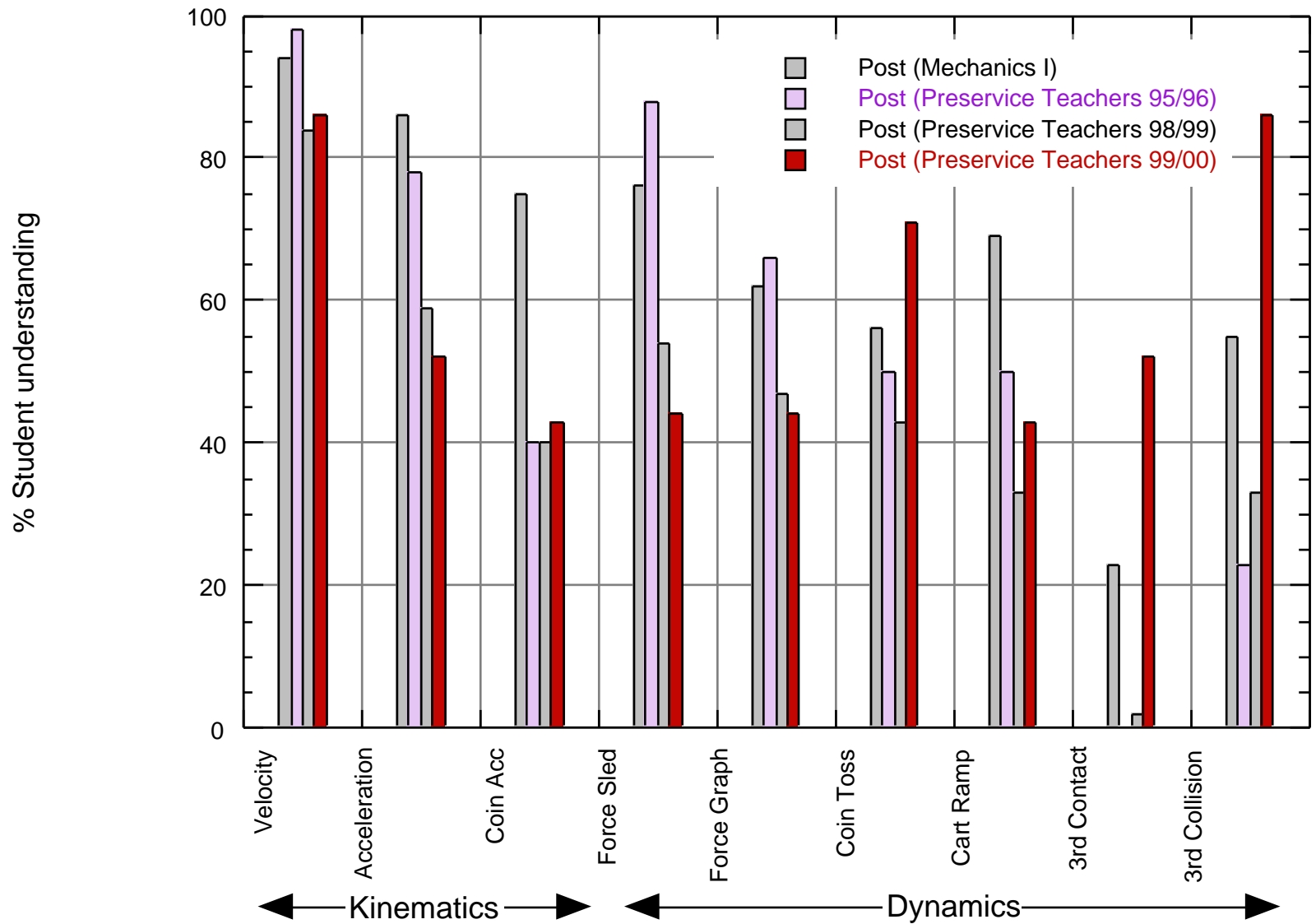


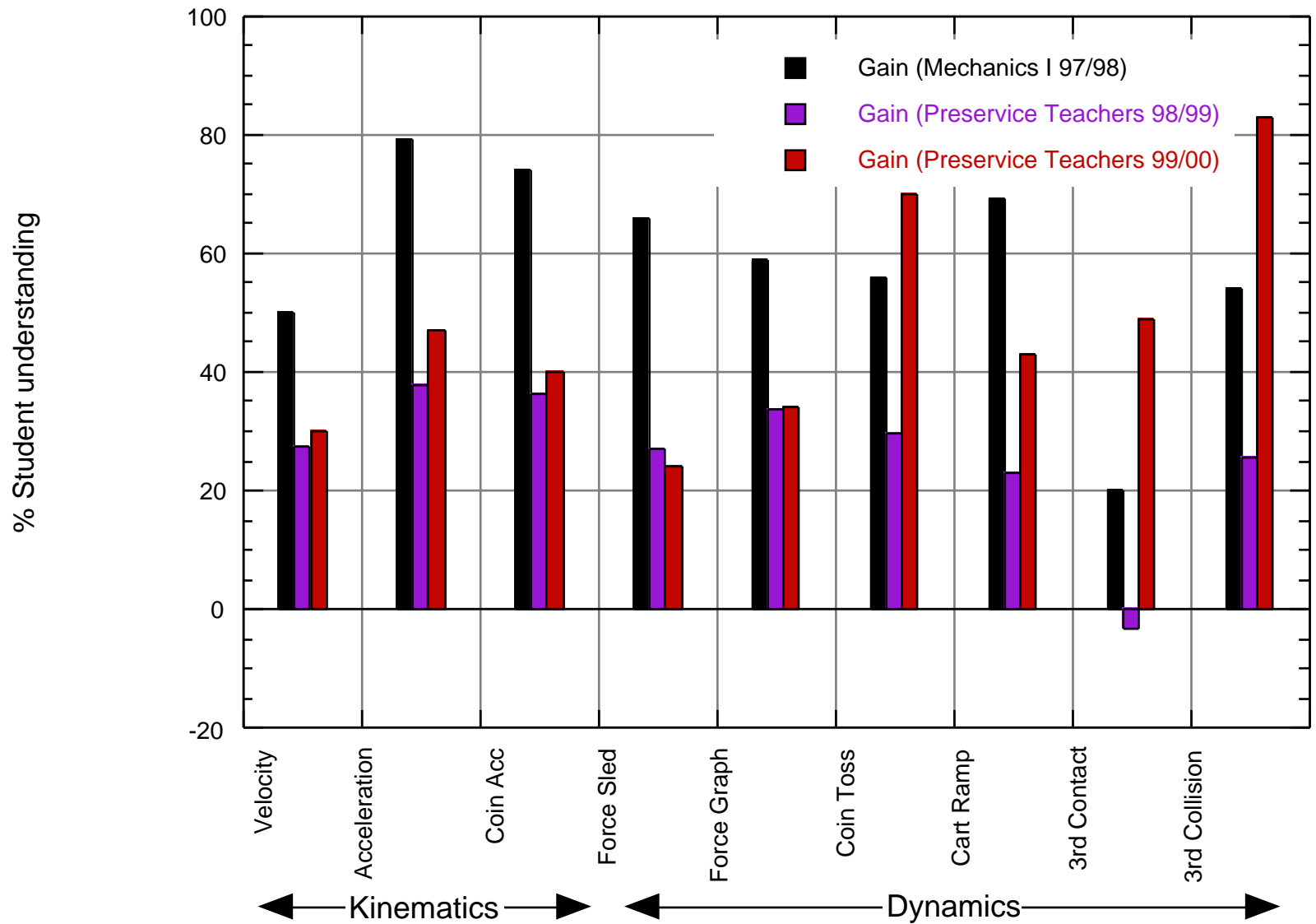
## **Implementation of MBL**

### **Case 4 (Preservice teachers 1999/00)**

- Similar to Case 3
- the “Newton III-lab” were changed from “formula verification” to “active engagement”







## FCI-results

Course	Year	Main student body	"Method"	Pretest Average (FCI)	Posttest Average (FCI)	Gain (G) (FCI)	Normalised gain (g) (FCI)
Preservice (Case 1)	95/96	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Early MBL implementation	~50%	71%	~21%	~42%
Mechanics I (Case 2)	97/98	Engineering	Full MBL + some other reforms	51%	73%	22%	45%
Preservice (Case 3)	98/99	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Only MBL-technology NOT MBL-pedagogy	49%	65%	16%	31%
Preservice (Case 4)	99/00	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Partial MBL-pedagogy	35%	67%	32%	49%
Traditional	97/98	Engineering	Traditional	~50%	58%	~8%	~16%

## FMCE-results

<b>Course</b>	<b>Year</b>	<b>Main student body</b>	<b>”Method”</b>	<b>Pretest Average (FMCE)</b>	<b>Posttest Average (FMCE)</b>	<b>Gain (G) (FMCE)</b>	<b>Normalised gain (g) (FMCE)</b>
Mechanics I (Case 2)	97/98	Engineering	Full MBL + some other reforms	29%	72%	43%	61%
Preservice (Case 3)	98/99	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Only MBL-technology NOT MBL-pedagogy	33%	53%	20%	30%
Preservice (Case 4)	99/00	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Partial MBL-pedagogy	27%	62%	35%	49%

# RESULTS

## Case 1 and 2

- the students have got a much better conceptual understanding of mechanics than students in traditionally taught courses.
- a high fraction of the students have acquired a Newtonian view and a low fraction of students hold a force-follows-velocity view after instruction.
- the gains are comparable to well known innovative courses in USA.
- the students in Mechanics I performed significantly better on traditional problems in the final exam.
- male and female students got the same normalised gains in Mechanics I

## Case 3

- the students did not perform as well as in case 1 and 2 but somewhat better than students in traditionally taught courses.
- almost the same fraction of students holding the force-follows-velocity view after instruction as before instruction. By eliminating the active engagement part from the labs the "weak" students were not reached.
- big difference in gains between male (higher) and female (lower) students.

## Case 4

- the results are similar to case 3, but somewhat better.
- much better results for Newton III.
- the results for Newton III is better than case 2.

# CONCLUSIONS

- Microcomputer Based Labs (MBL) in an active engagement approach is an effective way of fostering conceptual change (concept substitution) in mechanics.
- MBL is good both for pre-service teachers and engineering students.
- The MBL-approach can be misunderstood and implemented as a technology only approach.
- When implemented without sound pedagogy MBL is only marginally better than "traditional" teaching.